



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**

**Facultad de Ciencias Químicas**

**Escuela de Ingeniería Ambiental**

**Determinación de la adaptabilidad de los anfibios a través de la caracterización en los diez hábitats construidos en la zona urbana de Cuenca**

Trabajo de Titulación previo a la obtención  
del Título de Ingeniero Ambiental

**Autor:**

José Fernando Salto Sari

C.I. 0105135081

**Director:**

Blgo. Julio Danilo Mejía Coronel, Msc

C.I.:010363858-1

**Tutor:**

Ing. Lorena Cristina Abad Crespo

C.I. 0104282348

Cuenca – Ecuador

2018

## RESUMEN

Los hábitats artificiales construidos en la zona urbana de la ciudad de Cuenca, es el primer intento de conservación de la especie *Gastrotheca sp*, estos espacios brindan las condiciones necesarias para el desarrollo y protección de esta especie. Sin embargo, diversos procesos de contaminación natural y antrópica, así como de cambios bruscos en las condiciones ambientales han influido negativamente en la adaptación de esta especie a su nuevo hábitat. Esta problemática ha generado la necesidad de desarrollar metodologías para caracterizar el estado de los hábitats artificiales. El programa de Conservación de la Biodiversidad Urbana, desarrollado por la Comisión de Gestión Ambiental (CGA), procura conservar a la Rana Marsupial del Azuay (*Gastrotheca sp*) que forma parte de la biodiversidad patrimonial de la ciudad de Cuenca. Es por ello que en el presente trabajo, se correlacionó la abundancia de la *Gastrotheca sp* con los parámetros fisicoquímicos del agua y condiciones ambientales en los hábitats artificiales, en el periodo Septiembre – Noviembre de 2017, con el objetivo de determinar las variables correlacionadas con la capacidad de adaptación de los anfibios. El parámetro nitritos y la cobertura vegetal fueron las variables que influyen en la adaptación de la especie *Gastrotheca sp* en los hábitats artificiales.

**Palabras Clave:** HÁBITATS ARTIFICIALES, CARACTERIZAR, COMISIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL (CGA), RANA MARSUPIAL DEL AZUAY (*GASTROTHECA SP*), NITRITOS, COBERTURA VEGETAL.

## ABSTRACT

The artificial habitats built in the urban area of the city of Cuenca, is the first attempt to conserve the species *Gastrotheca sp*, these spaces provide the necessary conditions for the development and protection of this species. However, various processes of natural and anthropic pollution, as well as abrupt changes in environmental conditions, have negatively influenced the adaptation of this species to its new habitat. This problem has generated the need to develop methodologies to characterize the state of artificial habitats. The program of Conservation of Urban Biodiversity, developed by the Environmental Management Commission (CGA), aims to conserve the Marsupial Frog of Azuay (*Gastrotheca sp*), which is part of the heritage biodiversity of the city of Cuenca. That is why in this work, the abundance of *Gastrotheca sp* was correlated with the physicochemical parameters of water and environmental conditions in artificial habitats, in the period September - November 2017, with the objective of determining the variables correlated with the adaptability of amphibians. The nitrite parameter and the vegetation cover were the variables that influence the adaptation of the species *Gastrotheca sp* in artificial habitats.

**Keywords:** ARTIFICIAL HABITATS, CHARACTERIZE, ENVIRONMENTAL MANAGEMENT COMMISSION (CGA), MARSUPIAL FROG OF AZUAY (*GASTROTHECA SP*), NITRITES, VEGETATION COVER.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>RESUMEN.....</b>	<b>2</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>5</b>
<b>CAPITULO 1.....</b>	<b>6</b>
<b>MARCO TEORICO .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 DESCRIPCIÓN DE LA COMISIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL (CGA) ..</b>	<b>7</b>
1.1.1 Comisión de Gestión Ambiental (CGA) .....	7
1.1.2 Política Ambiental .....	7
<b>1.2 PROGRAMA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD URBANA.....</b>	<b>8</b>
1.2.1 Hábitats artificiales para los anfibios urbanos.....	9
1.2.2 Estado actual de los hábitats artificiales .....	14
1.2.3 Importancia de la conservación de los hábitats construidos para el rescate de anfibios	14
1.2.4 Importancia de las variables ambientales .....	17
1.2.4.1 Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua .....	17
1.2.4.2 Variables Meteorológicas .....	20
1.2.4.3 Cobertura Vegetal .....	21
1.2.5 Marco legal.....	22
<b>1.3 CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT.....</b>	<b>22</b>
1.3.1 Definición del concepto de caracterización.....	23
1.3.2 Características del hábitat.....	23
1.3.3 Variables asociadas al monitoreo .....	23

1.3.4	Análisis de datos con Métodos Multivariantes .....	24
1.3.4.1	Análisis de Componentes Principales .....	25
<b>CAPÍTULO 2.....</b>		<b>26</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>		<b>26</b>
<b>2.1 TIPO DE ESTUDIO .....</b>		<b>27</b>
<b>2.2 UBICACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO .....</b>		<b>27</b>
<b>2.3 CAMPAÑAS DE MUESTREO .....</b>		<b>37</b>
2.3.1	Descripción de Variables Analizadas .....	38
2.3.2	Toma y Conservación de las muestras de agua .....	39
2.3.2.1	Toma de muestras .....	40
2.3.2.2	Equipos .....	40
<b>2.4 METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT ....</b>		<b>41</b>
2.4.1	Análisis fisicoquímico .....	41
2.4.2	Variables Meteorológicas .....	43
2.4.3	Cobertura Vegetal.....	45
<b>2.5 MONITOREO DE ANFIBIOS.....</b>		<b>46</b>
<b>2.6 DETERMINACIÓN DE LA ADAPTABILIDAD DE LOS ANFIBIOS .....</b>		<b>47</b>
2.6.1	Análisis Estadístico .....	47
<b>CAPÍTULO 3.....</b>		<b>48</b>
<b>RESULTADOS Y ANALISIS.....</b>		<b>48</b>
<b>3.1 ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICAS DEL AGUA ....</b>		<b>49</b>
3.1.1	Parámetros Físico .....	49
3.1.2	Parámetros Químicos.....	54

3.1.3	Comparación de la Calidad de Agua con la Legislación Ambiental Vigente.	63
-------	---	----

3.2	ANÁLISIS DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS.....	64
-----	---	----

3.3	ANÁLISIS DE LA COBERTURA VEGETAL .....	69
-----	--	----

3.4	VARIACIÓN DE LA ABUNDANCIA DE LA RANA MARSUPIAL.....	70
-----	--	----

3.5	CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES AMBIENTALES Y LA ABUNDANCIA DE LA <i>GASTROTHECA SP</i> .....	72
-----	---	----

3.5.1	Primer análisis de componentes principales .....	73
-------	--	----

3.5.2	Segundo análisis de componentes principales.....	76
-------	--	----

CAPÍTULO 4.....		80
-----------------	--	----

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		80
-------------------------------------	--	----

BIBLIOGRAFÍA.....		85
-------------------	--	----

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Base de datos de las variables meteorológicas, UPS .....	89
<b>Anexo 2:</b> Descripción de Equipos y Reactivos .....	90
<b>Anexo 3:</b> Variación de la temperatura del agua (septiembre - noviembre 2017).....	91
<b>Anexo 4:</b> Registro in situ de conductividad .....	94
<b>Anexo 5:</b> Registro de laboratorio de Turbidez y Color .....	95
<b>Anexo 6:</b> Registro in situ de pH .....	96
<b>Anexo 7:</b> Registro de laboratorio de la Dureza .....	97
<b>Anexo 8:</b> Registro de laboratorio de alcalinidad .....	98
<b>Anexo 9:</b> Registro de laboratorio de Nitritos .....	99
<b>Anexo 10:</b> Registro de in situ de Oxígeno disuelto.....	100
<b>Anexo 11:</b> Cálculo del Índice de vegetación normalizado (NDVI) .....	101

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Hábitat para la conservación de anfibios Tipo A .....	10
Figura 2: Hábitat para la conservación de anfibios Tipo B .....	11
Figura 3: Hábitats ubicados en el Parque Paraíso .....	12
Figura 4: Hábitats ubicados en el Río Tarquí, Sector Circo Social .....	12
Figura 5: Hábitats ubicados en el Río Yanuncay.....	13
Figura 6: Hábitats ubicados en el Río Tomebamba, Sector Puertas del Sol.....	13
Figura 7: Hábitat artificial acuático - terrestre.....	15
Figura 8: Rana Marsupial del Azuay ( <i>Gastrotheca</i> sp).....	15
Figura 9: Mapa de los Sitios de Monitoreo de los hábitats para la conservación de anfibios.....	29
Figura 10: Hábitat 1, Parque el Paraíso (PAR1).....	30
Figura 11: Hábitat 2, Parque el Paraíso junto a la caminera (PAR2) .....	31
Figura 12: Hábitat 3, Sector Circo Social (CIRC1) .....	32
Figura 13: Hábitat 4, Sector Circo Social (CIRC2) .....	33
Figura 14: Hábitat 5, Sector Circo Social (CIRC3) .....	33
Figura 15: Hábitat 6, Sector Quinta Lucrecia (QUINT).....	34

Figura 16: Hábitat 7, Sector Puente del Arco (P.ARC) .....	35
Figura 17: Hábitat 8, Sector Puertas del Sol (P.SOL) .....	36
Figura 18: Hábitat 9, Urbanización Los Cerezos (U.CER) .....	36
Figura 19: Hábitat natural, San Miguel de Paccha (TEST) .....	37
Figura 20: Determinación in situ de parámetros fisicoquímicos .....	41
Figura 21: Instalación de las cajas de seguridad.....	42
Figura 22: Programación de los dataloggers.....	42
Figura 23: Ubicación de las estaciones meteorológicas del cantón Cuenca.....	43
Figura 24: Recolección del agua lluvia.....	45
Figura 25: Promedio mensual de temperatura del agua (septiembre - noviembre de 2017).....	49
Figura 26: Promedio mensual de la conductividad (septiembre - noviembre de 2017...)	51
Figura 27: Promedio mensual de pH (septiembre - noviembre de 2017).....	54
Figura 28: Promedio mensual de la dureza (septiembre - noviembre de 2017) .....	56
Figura 29: Promedio mensual de alcalinidad (septiembre - noviembre de 2017) .....	58
Figura 30: Promedio mensual de oxígeno disuelto (septiembre - noviembre de 2017) .	61
Figura 31: Variación de la precipitación en los hábitats (septiembre - noviembre de 2017).....	65
Figura 32: Variación de la temperatura ambiente en los hábitats (septiembre - noviembre de 2017) .....	66
Figura 33: Variación de la humedad relativa en los hábitats (septiembre - noviembre de 2017).....	67
Figura 34: Variación de la presión atmosférica en los hábitats (septiembre - noviembre de 2017) .....	68
Figura 35: Variación de la radiación solar en los hábitats (septiembre - noviembre de 2017).....	69
Figura 36: Gráfica de componentes en espacio rotado, primer ACP.....	75
Figura 37: Correlación negativa entre nitritos y la <i>Gastrotheca</i> sp.....	76
Figura 38: Gráfica de componentes en espacio rotado, segundo ACP .....	79
Figura 39: Correlación positiva entre la cobertura vegetal y la <i>Gastrotheca</i> sp .....	79



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coordenadas de los Sitios de Monitoreo de los Hábitats artificiales para los Anfibios .....	28
Tabla 2: Descripción de variables analizadas .....	38
Tabla 3: Frecuencia de muestreo de las variables fisicoquímicas .....	40
Tabla 4: Estadística descriptiva de la temperatura.....	50
Tabla 5: Estadística descriptiva de la conductividad .....	52
Tabla 6: Estadística descriptiva de la turbidez.....	53
Tabla 7: Estadística descriptiva del Color .....	53
Tabla 8: Estadística descriptiva del pH.....	55
Tabla 9: Estadística descriptiva de la dureza .....	57
Tabla 10: Estadística descriptiva de la alcalinidad .....	59
Tabla 11: Estadística descriptiva de nitritos .....	60
Tabla 12: Estadística descriptiva del oxígeno disuelto .....	62
Tabla 13: Comparación de los resultados con los criterios de calidad de agua dulce para la preservación de flora y fauna .....	63
Tabla 14: Variables meteorológicas promediadas para el periodo septiembre - noviembre de 2017.....	64
Tabla 15: Clasificación de los valores de NDVI para los hábitats .....	69
Tabla 16: Monitoreo de anfibios.....	71
Tabla 17: Prueba KMO y Barlett, primer ACP .....	73
Tabla 18: Varianza total explicada, primer ACP .....	73
Tabla 19: Matriz de componentes rotados, primer ACP .....	74
Tabla 20: Prueba KMO y Barlett, segundo ACP .....	76
Tabla 21: Varianza total explicada, segundo ACP .....	77
Tabla 22: Matriz de componentes rotados .....	78

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio  
Institucional

---

José Fernando Salto Sari en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Determinación de la adaptabilidad de los anfibios a través de la caracterización en los diez hábitats construidas en la zona urbana de Cuenca", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 12 de julio de 2018



---

José Fernando Salto Sari

C.I: 0105135081

### Cláusula de Propiedad Intelectual

---

José Fernando Salto Sari, autor del trabajo de titulación "Determinación de la adaptabilidad de los anfibios a través de la caracterización en los diez hábitats construidos en la zona urbana de Cuenca", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 12 de julio de 2018



---

José Fernando Salto Sari

C.I: 0105135081

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo de manera especial a mis padres Luisa Sari y Alfonso Salto, por su apoyo incondicional y por ser pilares fundamentales en toda mi educación, tanto académica, como de la vida. Todo este trabajo ha sido gracias a ellos, mis logros son los suyos.*

*A mi hermano Javier Salto, por ser un ejemplo de superación, sacrificio, fortaleza y por cada uno de sus consejos.*

*A mis padres y familia, por estar conmigo y todo su apoyo incondicional.*

*Fernando Salto Sari  
Cuenca, Julio del 2018*

## **AGRADECIMIENTOS**

*De manera especial agradezco al Blgo. Danilo Mejía, MSc., por su apoyo, dirección y guía durante la realización de este trabajo.*

*Agradezco al Laboratorio de análisis de agua de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca, especialmente al Dr. Geovanny Larriva, por su desinteresada ayuda durante la elaboración de este trabajo.*

*A la Comisión de Gestión Ambiental CGA de la I. Municipalidad de Cuenca, a través del programa “Conservación de Biodiversidad Urbana”, que permitió la realización y ejecución de este trabajo de tesis, así como por su ágil y facilitación del equipo para el monitoreo in situ, fundamental para la ejecución de esta investigación.*

*Igualmente, agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana por la facilitación del uso de la información de la Red de Monitoreo de las estaciones meteorológicas ubicadas en el cantón Cuenca.*

*Fernando Salto Sari  
Cuenca, julio de 2018*

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se refiere al tema de la adaptabilidad de la *Gastrotheca sp*, especie de anfibio del orden anura, que se puede definir como la capacidad que tiene esta especie para responder a diferentes perturbaciones de su hábitat, producto de la expansión de la frontera urbana (Apaza & Saavedra, 2010).

La característica principal de este tipo de adaptabilidad en anfibios urbanos, está relacionada con la destrucción y deterioro de su hábitat natural; pues si consideramos el espacio ocupacional de un anfibio, su microhábitat representa pequeños cuerpos de agua o remanentes de arbustos, lo que los hace más susceptibles a amenazas antrópicas y naturales como la contaminación ambiental (Siavichay-Pesántez *et al.*, 2016).

Para analizar esta problemática es necesario de mencionar sus causas. Una de ellas es la modificación de las características fisicoquímicas de los cuerpos de agua producto de la interacción de la industria con la zona urbana; las especies de anfibios al estar directamente relacionados con fuentes de agua son susceptibles a modificaciones en la propiedades de la misma ya sea en adultos, huevos y renacuajos (Sinisch, 1990).

Angulo & Marca (2006), mencionan que las variables fisicoquímicas pueden condicionar la presencia o abundancia de especies ya sea de forma directa o indirecta. Dentro del mismo contexto, la interacción entre el cambio climático y la pérdida del hábitat es otro factor relacionado con la capacidad de adaptación de los anfibios, diversas investigaciones sugieren que esta interacción aumenta las probabilidades de extinción (Ron *et al.*, 2018).

La investigación de esta problemática ambiental se realizó por el interés de conocer si los parámetros fisicoquímicos y variables meteorológicas condicionan la capacidad de adaptabilidad de la rana *Gastrotheca sp* en los hábitats artificiales implementados por la Comisión de Gestión Ambiental (CGA). Esto permitió identificar la correlación que existe entre las diferentes características ambientales de estos hábitats con la abundancia de la especie *Gastrotheca sp*.

Por otra parte, establecer las características de aquellos hábitats en donde no existe la presencia de esta especie, así como identificar los sitios donde se construyeron los hábitats con las mejores condiciones ambientales y mayor abundancia de anfibios.

Profundizar la investigación desde la perspectiva de la gestión ambiental, fue un interés académico. De esta manera, nos interesamos por aportar nueva información respecto al proyecto de conservación de anfibios urbanos en la ciudad de Cuenca, enmarcado en el Programa Conservación de la Biodiversidad Urbana. En el ámbito profesional, el interés versó en analizar la calidad del medio ambiente de estos hábitats artificiales y buscar la conservación y mejor aprovechamiento de los recursos naturales, promoviendo el equilibrio y bienestar ecológico.

Con el fin de estudiar la relación entre estas variables y la capacidad de adaptabilidad de los anfibios en estos hábitats artificiales, se desarrolló una metodología que permitiese caracterizar su hábitat y cuantificar sus características ambientales así como la abundancia de anfibios y definir como están correlacionadas.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Determinar las variables abióticas y bióticas correlacionadas con la capacidad de adaptabilidad de los anfibios mediante la caracterización del hábitat artificial.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar parámetros fisicoquímicos de calidad de agua de los hábitats (temperatura, conductividad, turbidez, color, pH, nitritos, oxígeno disuelto, alcalinidad, dureza).
- Analizar las variables meteorológicas de los hábitats tales como (temperatura, presión atmosférica, radiación solar, humedad relativa, precipitación).
- Identificar la densidad vegetal con respecto a la presencia de anfibios en los hábitats construidos.
- Correlacionar variables fisicoquímicas, meteorológicas y densidad vegetal que influyan en la adaptabilidad de los anfibios en los hábitats artificiales.



## **CAPITULO 1**

### **MARCO TEORICO**

#### **1.1 DESCRIPCIÓN DE LA COMISIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL (CGA)**

1.1.1 Comisión de Gestión Ambiental (CGA)

1.1.2 Política Ambiental

#### **1.2 PROGRAMA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD URBANA**

1.2.1 Hábitats artificiales para los anfibios urbanos

1.2.2 Estado actual de los hábitats artificiales

1.2.3 Importancia de la conservación de los hábitats construidos para el rescate de anfibios

1.2.4 Importancia de las variables ambientales

1.2.4.1 Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua

1.2.4.2 Variables Meteorológicas

1.2.4.3 Cobertura Vegetal

1.2.5 Marco legal

#### **1.3 CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT**

1.3.1 Definición del concepto de caracterización

1.3.2 Características del hábitat

1.3.3 Variables asociadas al monitoreo

1.3.4 Análisis de datos con Métodos Multivariantes

1.3.4.1 Análisis de Componentes Principales

## **1.1 DESCRIPCIÓN DE LA COMISIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL (CGA)**

### **1.1.1 Comisión de Gestión Ambiental (CGA)**

La COMISIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL (CGA), es una entidad pública descentralizada del Gobierno Local, que gestiona, lidera la gestión ambiental y ejerce las competencias de Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable en el cantón Cuenca. Se creó con el propósito fundamental de constituirse en el órgano supramunicipal descentralizado, integrado, de coordinación transectorial, interacción y cooperación de la participación pública y privada, que lidera y apoya el desarrollo y fortalecimiento de la gestión ambiental en el Cantón Cuenca (CGA, 2018).

#### Misión

“La Comisión de Gestión Ambiental tiene como misión planificar, regular y controlar el desarrollo sustentable cantonal, formulando programas que permitan gestionar el ordenamiento territorial con una efectiva participación ciudadana, para el mejoramiento de la calidad ambiental en el cantón Cuenca” (CGA, 2018).

#### Visión

“Ser una entidad Municipal fortalecida, que lidera el Sistema de Gestión Ambiental en el cantón, integrando componentes de investigación, educación, comunicación con participación ciudadana en procesos productivos limpios y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales” (CGA, 2018).

### **1.1.2 Política Ambiental**

El marco conceptual de Cuenca, está definido para alcanzar la misión, los objetivos y funciones que le competen al Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Cuenca a través de la CGA en materia ambiental. La política Ambiental se basa en la visión de desarrollo sustentable y contempla los siguientes aspectos, (CGA, 2018):

1. Coordinar e integrar a los actores involucrados en el uso, aprovechamiento y manejo de recursos naturales en el Cantón Cuenca, para que desarrollen sus actividades bajo criterios de mejoramiento ambiental, dentro de un marco de conservación del ambiente y prevención de su deterioro.
2. Comprometer la participación ciudadana en el proceso de mejoramiento continuo de las condiciones ambientales del Cantón.
3. Establecer indicadores técnico-administrativos para el desarrollo de procesos productivos, en procura de evitar la contaminación ambiental.
4. Procurar que la gestión ambiental se desarrolle en función del principio de autogestión, generando recursos económicos necesarios para que se reinviertan en la misma.
5. Aplicar la normativa ambiental vigente y actualizarla continuamente de acuerdo al desarrollo que vaya alcanzando la gestión ambiental en el cantón.
6. Lograr que la Gestión Ambiental se desarrolle de manera eficaz y eficiente, mediante la armonización, fortalecimiento y empoderamiento de actores públicos y privados.

## **1.2 PROGRAMA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD URBANA**

La biodiversidad urbana se define como la riqueza de especies no domesticas que se encuentran en diversos ecosistemas dentro de la ciudad, las condiciones de supervivencia de estas formas de vida depende de la configuración del hábitat ejercida por la actividad de la sociedad humana (Montoya, 2016).

Esta biodiversidad integra genes, especies y hábitats que están asociadas a valores humanos, éticos, estéticos y socioeconómicos dentro la ciudad. Las investigaciones respecto a la biodiversidad urbana están dirigidos a estudiar la interacción entre la sociedad y los sistemas ecológicos (Cordero *et al.*, 2015).

La ubicación de la ciudad de Cuenca dentro de un valle y la presencia de cuatro ríos favorecen el desarrollo de la biodiversidad asociada a los corredores biológicos y sus áreas circundantes. Sin embargo, factores como el crecimiento urbano, contaminación atmosférica, ampliación de frontera agrícola, entre otros, generan efectos negativos sobre la biodiversidad. Las áreas verdes se han convertido en refugio para especies silvestres como aves, mamíferos y anfibios (Siavichay-Pesántez *et al.*, 2016).

En el año 2012 el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) del cantón Cuenca a través de la Comisión de Gestión Ambiental (CGA), implementó el programa de Conservación de la Biodiversidad Urbana, priorizando al grupo de anfibios - anuros por sus roles ecológicos. El programa está compuesto por cinco ejes de acción, (CGA, 2018):

1. Diagnosticar el estado de conservación de poblaciones amenazadas en la ciudad de Cuenca y sus alrededores.
2. Identificación y rescate de poblaciones altamente amenazadas.
3. Manejo de poblaciones en laboratorio especializado donde se crean el hábitat en terrarios (conservación *ex situ*).
4. Implementación de infraestructura para conservación *in situ* (hábitats artificiales).
5. Actividades de educación y concienciación dirigidas a la ciudadanía sobre la importancia de los anfibios

### **1.2.1 Hábitats artificiales para los anfibios urbanos**

En el año 2016, la Comisión de Gestión Ambiental construyó diez hábitats para la conservación de anfibios rescatados, como parte del Programa de Conservación de la Biodiversidad Urbana. Esta alternativa busca reintroducir a especies de anfibios que fueron rescatados de zonas urbanas de la ciudad de Cuenca, entre ellas la Rana Marsupial del Azuay (*Gastrotheca sp*), pues estos hábitats artificiales recrean el ambiente natural de estos individuos en parques y áreas urbanas dentro de la ciudad de Cuenca (CGA, 2018).

Estos hábitats acuáticos – terrestres generan beneficios para los individuos reintroducidos, pues poseen vegetación adecuada que garantiza la alimentación natural y conforman refugios para los anfibios en su etapa adulta. Así mismo, la flora acuática presente en los cuerpos de agua de estos hábitats los protege de sus predadores naturales y domésticos (Arbeláez *et al.*, 2013).

La construcción de estos hábitats artificiales se establecieron de dos tipos, el hábitat de Tipo A (Figura 1), cuenta con un área total de  $29,38\text{m}^2$  y un volumen de  $7,84\text{m}^3$ , mientras que el área destinada para el Tipo B es de  $36,87\text{ m}^2$ , con un volumen de  $7,78\text{m}^3$  (Figura 2) (CGA, 2018).

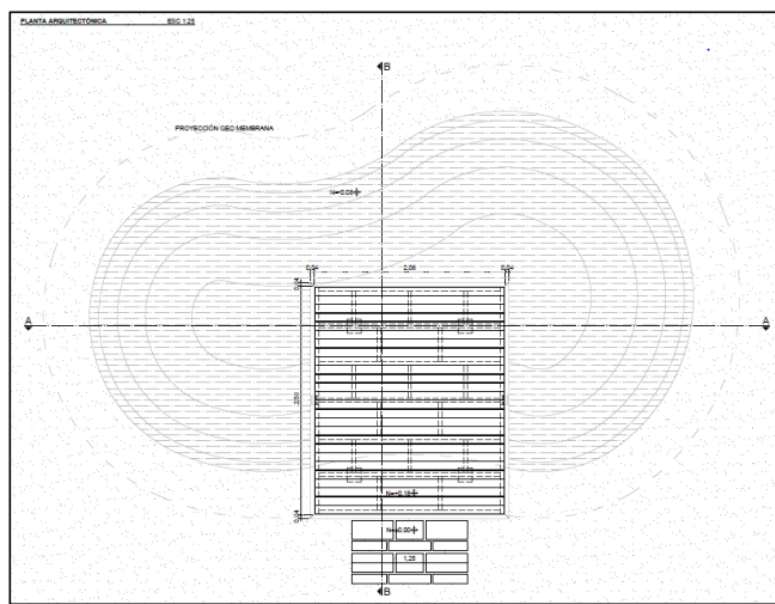
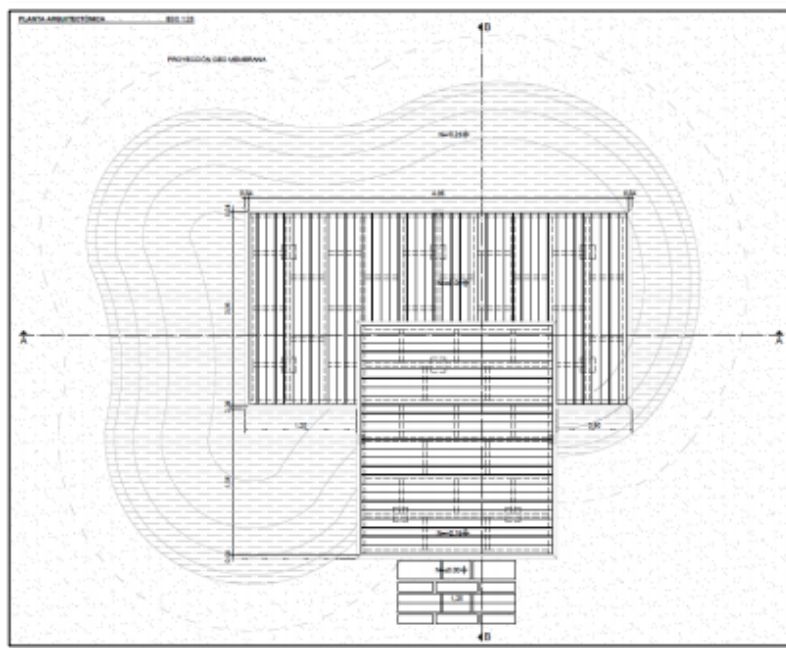


Figura 1: Hábitat para la conservación de anfibios Tipo A  
Fuente: (CGA, 2018).



*Figura 2: Hábitat para la conservación de anfibios Tipo B*  
*Fuente: (CGA, 2018).*

Los habitats construidos están ubicados en predios municipales en el Parque Paraíso (Figura 3) y riberas de los ríos Tarquí (Figura 4), Yanuncay (Figura 5) y Tomebamba (Figura 6). Los sitios donde se encuentran estos habitats se determinaron en base al análisis de los registros históricos de presencia de anfibios, disponibilidad de alimento y fuentes de agua para reducir gastos de mantenimiento de los habitats, y seguridad para la estabilidad, mantención de los habitats y por ende de la población de anfibios reintroducida. Así también, en espacios donde la ciudadanía pueda disfrutar de la biodiversidad de la ciudad Cuenca (Arbeláez et al., 2013).



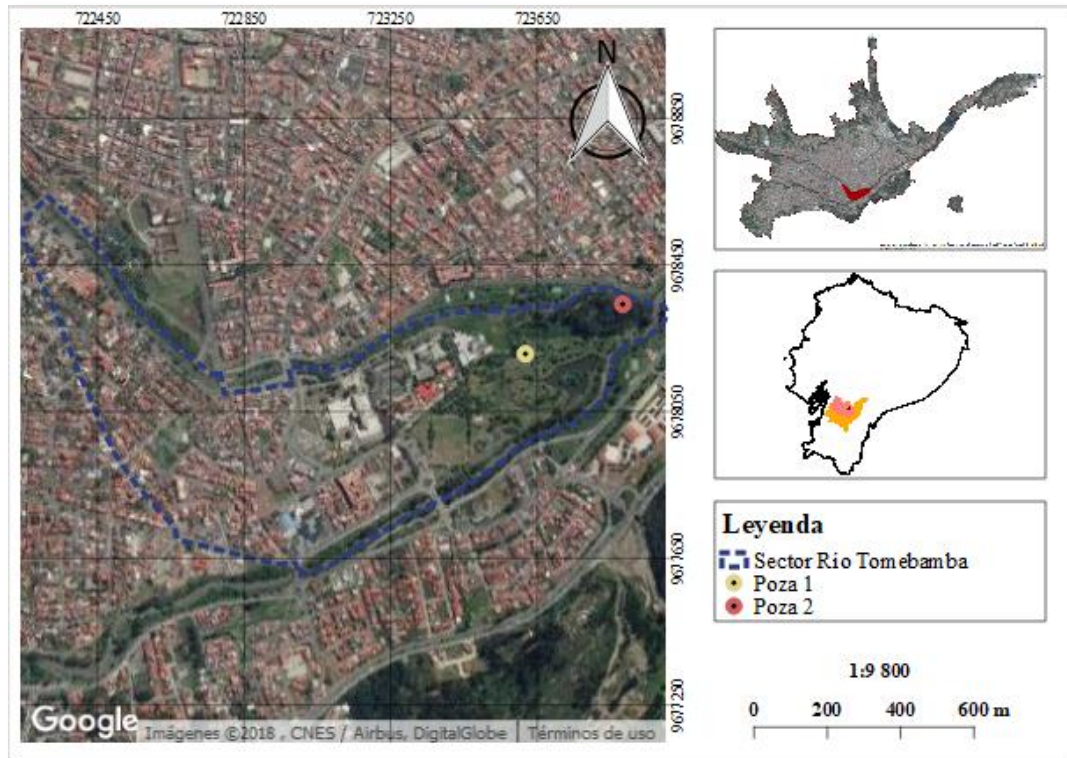


Figura 3: Hábitats ubicados en el Parque Paraíso

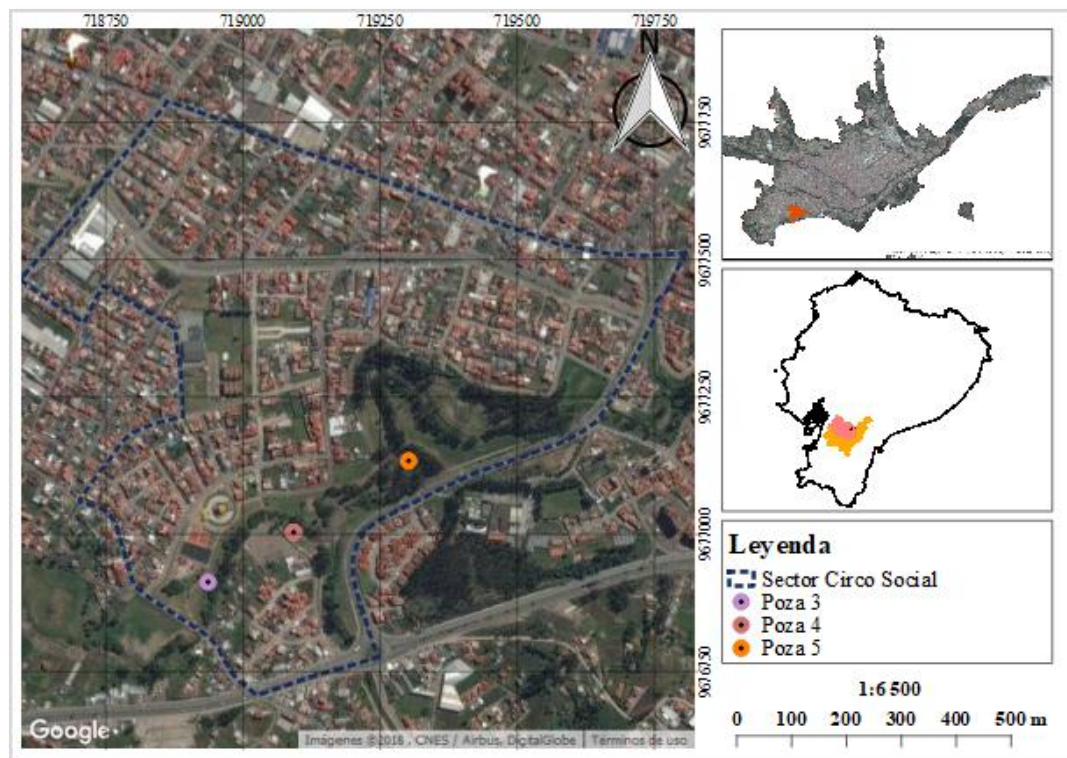


Figura 4: Hábitats ubicados en el Río Tarquí, Sector Circo Social



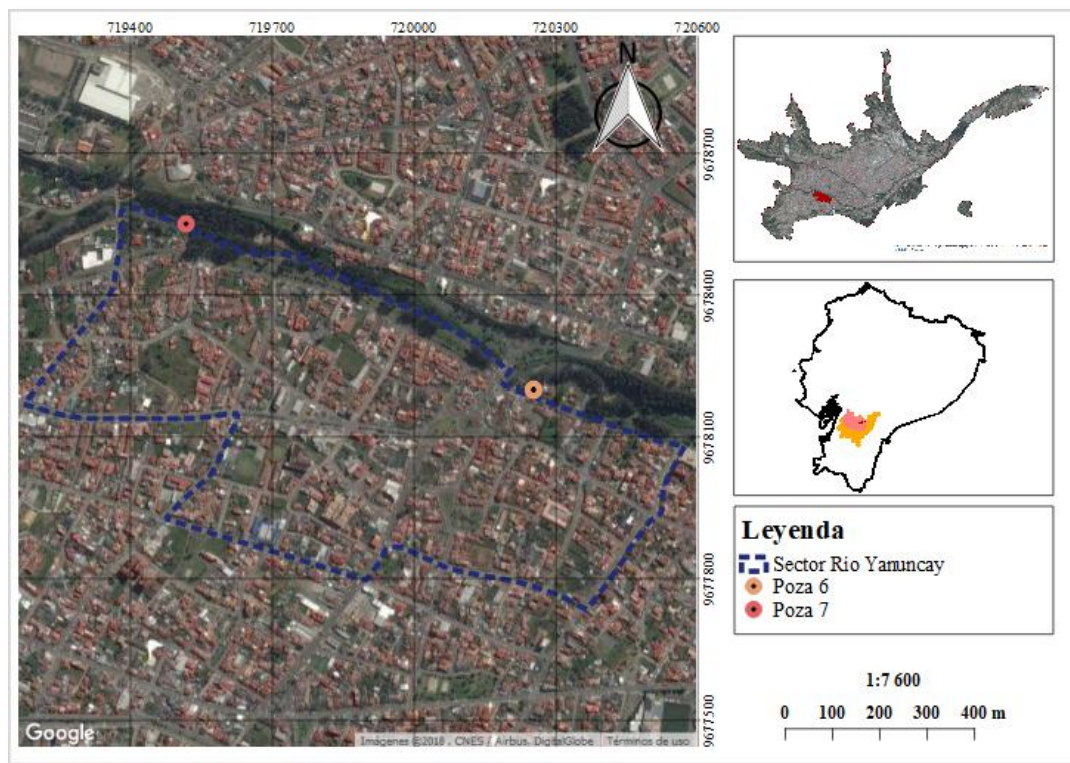


Figura 5: Hábitats ubicados en el Río Yanuncay  
Elaborado por: (Autor, 2018)

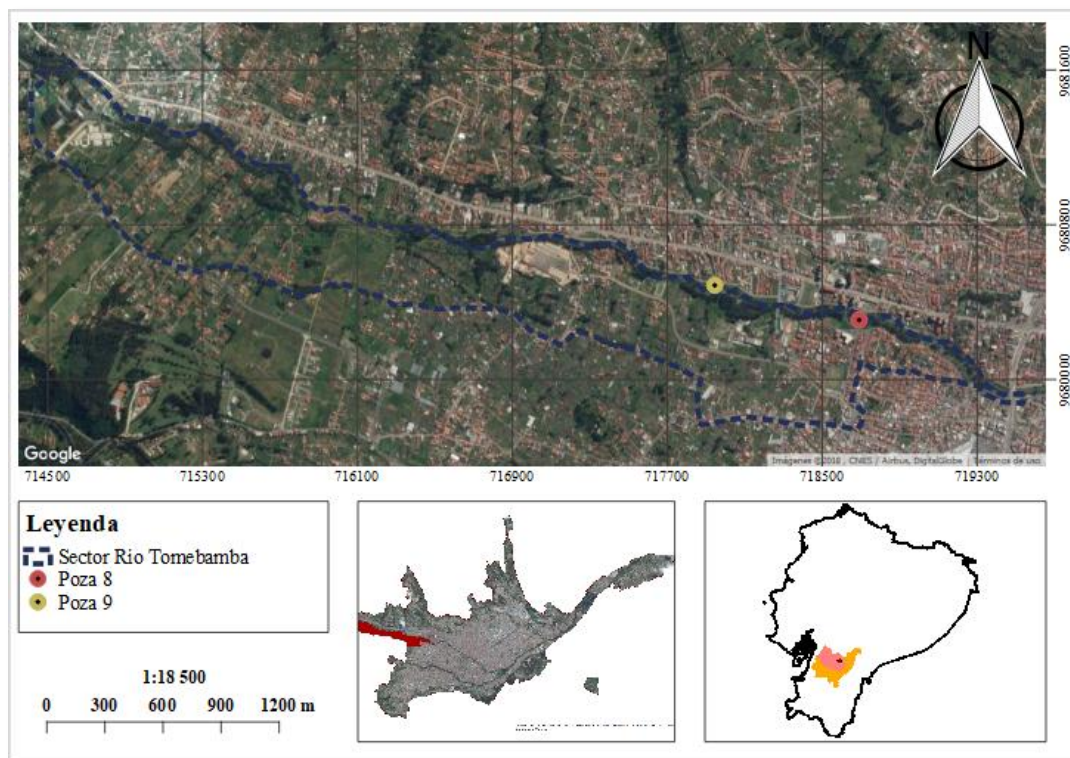


Figura 6: Hábitats ubicados en el Río Tomebamba, Sector Puertas del Sol  
Elaborado por: (Autor, 2018)



### **1.2.2 Estado actual de los hábitats artificiales**

Entre los principales problemas externos podemos nombrar la degradación paisajística, ya que en la mayoría de estos hábitats se ha registrado la presencia de desechos de basura como fundas y recipientes plásticos, afectando a la vegetación y posiblemente a los anfibios. Otro aspecto registrado, es la destrucción de las plantas acuáticas de algunos hábitats por actos de vandalismo, disminuyendo los recursos disponibles para el desarrollo de los anfibios en su etapa larvaria (Mejia *et al.*, 2016).

Con respecto al estado interno, los principales problemas se relacionan con procesos de eutrofización y presencia de algas, agua de color oscura y presencia de basura en las mismas, lo que podría influir en las propiedades fisicoquímicas del agua y afectar de desarrollo y adaptación de las larvas. Otro problema es la presencia de fisuras en la geo – membrana de algunos hábitats generando un bajo nivel de agua (Mejia *et al.*, 2016).

Complementariamente, en el informe final del proyecto de Monitoreo de la calidad de agua y variables ambientales en los hábitats para los anfibios amenazados en la zona urbana de Cuenca, se identificó que el hábitat construido a orillas del río Yanuncay a altura del Paseo 27 de Febrero presentaba desechos de basura y mal olor, generando un aspecto desagradable, por lo que tras una evaluación de la presencia de anfibios se consideró trasladar este hábitat a una zona más segura (CGA, 2018).

### **1.2.3 Importancia de la conservación de los hábitats construidos para el rescate de anfibios**

En Ecuador desde algunos años, varios centros de investigación se han dedicado a la conservación de anfibios y proyectos enfocados al rescate de especies amenazadas. En la ciudad de Cuenca, la Comisión de Gestión Ambiental (CGA) trabaja con instituciones públicas y privadas en estrategias para la conservación de la anuro – fauna local. Es así que conjuntamente con el Centro de Conservación de Anfibios AMARU

(CCA), implementaron los hábitats artificiales para el manejo *in situ* de poblaciones amenazadas de anfibios (Figura 7) (Siavichay-Pesántez *et al.*, 2016).



Figura 7: Hábitat artificial acuático - terrestre  
Fuente: (Siavichay-Pesántez *et al.*, 2016)

La implementación de los hábitats artificiales, es uno de los proyectos más importantes de la ciudad de Cuenca y única en el país, debido a que recrean las características adecuadas para la sobrevivencia de anfibios dentro de la ciudad. En estos hábitats fueron reintroducidos individuos de la especie *Gastrotheca sp* o Rana Marsupial del Azuay, rescatados de terrenos baldíos de la ciudad (Figura 8) (CGA, 2018).



Figura 8: Rana Marsupial del Azuay (*Gastrotheca sp*)  
Fuente: (Siavichay-Pesántez *et al.*, 2016)

La Rana Marsupial del Azuay, es un género de anfibios anuros, pertenecientes a la familia Hemiphractidae, conocida anteriormente como *Gastrotheca litonedis*, pero que en la actualidad se encuentra en proceso de descripción taxonómica por considerarse endémica del Azuay-Ecuador. Sin embargo, su hábitat natural está fuertemente afectado por el crecimiento urbano acelerado de la ciudad, expansión de la frontera agrícola y degradación del aire, por lo que esta especie es considerada en peligro de extinción por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Arbeláez et al., 2013).

Los anfibios poseen piel húmeda y vascularizada a través de la cual obtienen oxígeno del aire, así mismo, están directamente relacionados con fuentes de agua, haciéndolos susceptibles hacia algunos contaminantes de su entorno tanto en su etapa adulta como en el estado de huevos y larvas. Así también, los ciclos naturales de los anfibios dependen en gran medida de las condiciones climáticas. La expansión de la ciudad de Cuenca ha generado la formación de islas de calor, que repercuten en cambios bruscos de temperatura, radiación solar más intensa y menor humedad, alterando el comportamiento reproductivo de los anfibios, además de aumentar las probabilidades que sean susceptibles a agentes patógenos (Siavichay-Pesántez et al., 2016).

Es así que este estudio se deriva del Programa Conservación de la Biodiversidad Urbana para la conservación de la diversidad de anfibios urbanos en la ciudad de Cuenca, a través de los hábitats artificiales que recrean el ambiente natural para la Rana Marsupial del Azuay. Los trabajos dirigidos a estudiar estos hábitats, brindan información para la conservación de los mismos y mejorar la disponibilidad de recursos naturales para esta especie.

## 1.2.4 Importancia de las variables ambientales

### 1.2.4.1 Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua

- **Temperatura del agua**

La temperatura del agua cumple un rol importante ya que es fundamental para el desarrollo de la vida en cuerpos de agua. A mayor temperatura menor será la cantidad de oxígeno disuelto presente en el agua, produciendo eutrofización y la proliferación de patógenos, la tasa de reacciones químicas se incrementa y la actividad biológica tiende a aumentar. Los cambios de temperatura del agua afectan el contenido de oxígeno disuelto, condición primaria para el desarrollo y supervivencia larvaria de los anfibios (González, 2010).

- **pH**

Es una medida de la concentración de iones hidrogeno en el agua. El valor de pH 7 indica un agua neutra, valores inferiores indican acidez y valores mayores basicidad. Por lo general en agua naturales, el pH depende del balance entre el dióxido de carbono, carbonato y bicarbonato. El intervalo de este parámetro para la vida acuática es muy estrecho y crítico, comprendido entre 6 y 9, fuera de este rango la diversidad se reduce por estrés fisiológico. Niveles bajos de pH incrementan la toxicidad del agua, afectando a las ranas en desarrollo ya que aumenta la mortalidad y anomalías en embriones y renacuajos (Henao & Bernal, 2011).

- **Oxígeno Disuelto**

El oxígeno disuelto es uno de los indicadores de mayor importancia en los sistemas acuáticos, proporciona información respecto a las reacciones biológicas y bioquímicas que ocurren en el agua. La presencia de materia orgánica produce niveles bajos de oxígeno disuelto ya que las bacterias aeróbicas necesitan oxígeno para descomponer esta materia, alterando la estructura del sistema acuático, generando un impacto

negativo en los organismos acuáticos. Niveles de 5 – 6mg/L son necesarios para apoyar la actividad de organismos acuáticos (Ramírez y Viña, 1998).

#### ▪ Conductividad

En aguas naturales la conductividad está influenciada por las impurezas presentes como sales disueltas, el terreno y disoluciones de rocas y materiales, temperatura, gases disueltos, pH y factores que puedan afectar la solubilidad de un soluto en agua. La variación de este parámetro es un indicativo de la productividad primaria y descomposición de la materia orgánica y contribuye a la detección de fuentes de contaminación (Aznar Jiménez, 2000).

#### ▪ Turbidez

Es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a la presencia de diversas materias en suspensión como arcilla, limo, fitoplancton y organismos orgánicos microscópicos, que se encuentran principalmente en aguas naturales. Las partículas suspendidas en el agua absorben calor adicional de la radiación solar, lo que ocasiona un aumento de la temperatura y por lo tanto el oxígeno disuelto disminuye afectando negativamente a los organismos acuáticos. Así también, altos niveles de turbidez es indicativo del aumento de partículas suspendidas que pueden obstruir las branquias de los anfibios en su etapa larvaria (Wieckowski *et al.*, 2003).

#### ▪ Color

El color de un agua se atribuye principalmente a diferentes sustancias coloreadas en suspensión o disueltas. En un agua natural el color se debe a las materias orgánicas de la descomposición de vegetación, así como diversos productos y metabolitos orgánicos. Es importante mencionar que el color de un agua no es una medida como tal del nivel de contaminación, sin embargo, es indicativo del estado de depuración de esta (Aznar Jiménez, 2000).

### ▪ Nitritos

El nitrito es la forma iónica menos estable del nitrógeno inorgánico en los ecosistemas acuáticos. Presente de forma natural en sistemas acuáticos por deposiciones atmosféricas, descomposición biológica de la materia orgánica, fijación de nitrógeno por ciertos procariontes, etc. Los iones nitrito se consideran los principales responsables de la toxicidad de especies que habitan en los cuerpos de agua, concentraciones elevadas produce en larvas de anfibios inhibición en el consumo de alimento, anormalidades y eventualmente la muerte (Marco, 2002).

### ▪ Alcalinidad

La alcalinidad es una medida de neutralizar ácidos. En la mayoría de aguas superficiales la alcalinidad está en función del contenido de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. El bicarbonato es el compuesto que más influye en la alcalinidad, ya que se forma en cantidades considerables por la acción del  $\text{CO}_2$ , así mismo, las algas presentes en aguas superficiales toman el  $\text{CO}_2$  que está en forma libre y lo transforma en bicarbonato. Niveles apreciables de carbonatos e hidróxidos pueden volver alcalina a un agua natural. La alcalinidad proporciona una acción amortiguadora para resistir la caída del pH como resultado de la adición de ácidos, por lo tanto es un indicativo de la capacidad del agua para mantener los procesos biológicos y una productividad sostenida a largo plazo (Roldán, 2003; Poole & Grow, 2009).

### ▪ Dureza Total

La dureza es una medida de las concentraciones de sales que existen en el agua, en particular calcio y magnesio, ambas expresadas como carbonato de calcio, en mg/L. Un agua denominada dura, contiene un nivel elevado de sales, por el contrario un agua blanda, presenta un bajo nivel de sales. Aguas blandas con concentraciones menores a 50mg/L de carbonato de calcio, son poco productivas biológicamente. Por el contrario, son pocas las especies que se adaptan a aguas duras, con concentraciones mayores a

200mg/L de carbonato de calcio. Siendo aguas con durezas intermedias la que poseen fauna y flora más variada (Roldán, 2003; Poole & Grow, 2009).

#### 1.2.4.2 Variables Meteorológicas

- **Temperatura ambiente**

La condición ectotérmica de los anfibios los hacen susceptibles a los cambios climáticos. Cambios drásticos en la temperatura ambiente afecta directamente el desarrollo y crecimiento de estos organismos, causa interrupción en el tiempo de desarrollo e influyen en sus ciclos reproductivos. Los anfibios anuros son poiquiloterms ya que carecen de mecanismo internos reguladores de la temperatura del cuerpo, debido a esto, ciertas características de sus vocalizaciones suelen variar con los cambios de temperatura. Las principales causas del incremento de la temperatura responden a los procesos de reducción de su hábitat natural y generación de islas de calor por la expansión de las ciudades, las poblaciones que se encuentran en periferias de su área de distribución serán más vulnerables a los efectos del cambio de la temperatura (Angulo & Marca, 2006).

- **Precipitación**

La variación de la precipitación es un factor importante que induce a la periodicidad en las actividades de los anfibios, es así que su abundancia en ciertas épocas del año está asociado con patrones de precipitación. La formación de cuerpos de agua y su permanencia dependen principalmente de las precipitaciones, diferencias de lluvia en distintas épocas del año reflejan la disponibilidad de microhábitats para la reproducción y desarrollo larvario. Los patrones de precipitación se modifican debido al cambio climático, modificando los hábitats y la interacción entre individuos de la población de anfibios (Apaza & Saavedra, 2010).

- **Humedad Relativa**

La humedad en el ambiente influye en la cantidad de agua que un cuerpo pierde, lo que repercute directamente en la humedad de la piel de los anfibios. Debido a la piel permeable, los anfibios tienen limitaciones fisiológicas, su estructura tegumentaria,

intercambio gaseoso cutáneo, incapacidad para termoregular con precisión y la sensibilidad a la temperatura, los hacen dependientes a la humedad del ambiente. Niveles bajos de humedad influyen negativamente en las actividades de estos organismos y condicionan su presencia (Apaza & Saavedra, 2010).

#### ▪ **Radiación Solar**

La disminución de la capa de ozono por actividades humanas es la principal causa del incremento de la radiación solar sobre la superficie terrestre. En los ecosistemas acuáticos, diversos problemas ambientales como la acidificación del agua o calentamiento global causan el descenso de las sustancias orgánicas disueltas, alterando las propiedades ópticas, generando el aumento de la penetración de la radiación solar (Donahue *et al.*, 1998).

La exposición de niveles altos de radiación en los anfibios limita la tasa de sobrevivencia de adultos y la eclosión de los embriones, incrementa la frecuencia de tumores cancerígenos y suprime el sistema inmunológico. Otro efecto de la exposición de la radiación solar en embriones, son las anomalías que pueden sufrir y provocar un desarrollo limitado de las larvas (Angulo, 2002).

#### ▪ **Presión Atmosférica**

La Presión atmosférica es el peso que ejerce el aire sobre la superficie terrestre. No se define una relación directa de esta variable con la presencia o abundancia de los anfibios. Sin embargo, variables como la situación geográfica, humedad, temperatura y condiciones meteorológicas son sus principales condicionantes, haciéndola una variable fundamental en la información meteorológica (Angulo & Marca, 2006).

#### **1.2.4.3 Cobertura Vegetal**

La cobertura vegetal es la capa de vegetación natural que cubre una superficie terrestre y comprende diferentes características fisiológicas y ambientales. Un área con alta densidad vegetal determina una alta humedad, temperaturas estables, disponibilidad de



cuerpos de agua y sustratos para el desarrollo de la vida. Sin embargo, actividades antrópicas como la expansión de la zona urbana y agrícola, fragmentan áreas naturales y las reducen a pequeños parches de menor superficie (González, 2010).

La pérdida de la cobertura vegetal por la fragmentación influye directamente a las poblaciones de anfibios, ya que por su condición ectotérmica y requisitos ecológicos son muy sensibles a los cambios en su hábitat. Así mismo, bajos niveles de cobertura vegetal alteran el microclima del hábitat, altos niveles de radiación solar pueden llegar al suelo desnudo y disminuir la humedad del suelo sobrepasando los niveles mínimos para el desarrollo de especies de anfibios (González, 2010).

#### **1.2.5 Marco legal**

La Constitución del Ecuador vigente desde el año 2008, expone que es de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Así mismo, en el Capítulo séptimo correspondiente a los Derechos de la naturaleza; el Art. 71, cita que la naturaleza tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructurales, funciones y procesos evolutivos. El Art.73, expone que el estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que pueda alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional (MAE, 2018).

### **1.3 CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT**

### 1.3.1 Definición del concepto de caracterización

La caracterización desde la perspectiva de la investigación es una fase descriptiva con fines de identificación. Puede ser de tipo cualitativa que recurre a datos y cuantitativa que profundiza el conocimiento sobre un objeto. Previo a caracterizar, se identifica y organiza datos, y posteriormente se establece un significado (Bonilla *et al.*, 2009; Sánchez Upegui, 2010).

Incorporar a la caracterización como forma de estudio de un determinado objeto de investigación, se está haciendo uso de una herramienta para entender, de forma específica, el comportamiento de variables vinculadas a la vida u operación de algo (Araque Jaramillo & Argüello Salazar, 2015).

### 1.3.2 Características del hábitat

El hábitat hace referencia a la suma total de los factores del medio ambiente que una determinada especie requiere para su supervivencia y reproducción en un área específica. Sus características, son la combinación de factores bióticos y abióticos como calidad del agua, asociaciones vegetales, condiciones climáticas, entre otros, que ofrecen apoyo directo a una especie determinada (Delfín-Alfonso *et al.*, 2014).

Conocer las características del hábitat, hace referencia a identificar sus variables ambientales y como estas se relacionan con la abundancia y distribución de la población de la especie de interés. Así mismo, con base al análisis de la calidad de agua, condiciones climatológicas, estructura vegetal y abundancia de una especie, se establecen medidas de gestión y conservación ambiental (Pérez-Paredes *et al.*, 2014).

### 1.3.3 Variables asociadas al monitoreo

Entre los principales objetivos de la Comisión de Gestión Ambiental (CGA), es identificar y comprender los factores que determinan la presencia y abundancia de Rana

Marsupial del Azuay en los diferentes hábitats construidos para su conservación (CGA, 2018).

Los factores que se analizan deben estar asociados a la historia de vida de la especie y que se sabe *a priori* pueden afectar la adaptabilidad y distribución de la especie. Los factores a medir deben tener relación con la localización del individuo dentro de sus hábitats, siendo este clima y/o microclima, parámetros fisicoquímicos, estructura vegetal y disponibilidad de alimentos (Angulo & Marca, 2006).

Ramírez y Viña (1998) y Poole & Grow (2008), propusieron los parámetros a considerar en el análisis de calidad de agua para el manejo de anfibios, estos son: pH, dureza, alcalinidad, oxígeno disuelto (OD), dióxido de carbono, cloro total, nitrógeno, amonio, temperatura, turbidez y nitritos.

Respecto a la relación entre las variables climáticas con la dinámica de los anfibios Angulo & Marca (2006) y Apaza & Saavedra (2010), proponen analizar la temperatura del aire, precipitación, humedad, radiación solar y presión atmosférica.

#### 1.3.4 Análisis de datos con Métodos Multivariantes

El Análisis Multivariante, hace referencia al conjunto de métodos estadísticos, los cuales analizan simultáneamente varios factores, basándose en el hecho de que existen múltiples variables medidas para cada individuo u objeto de estudio. Estos métodos estadísticos ofrecen una mejor comprensión del fenómeno que se analiza y se obtiene información que los métodos tradicionales univariantes y bivariantes son incapaces de conseguir.

El análisis multivariante se plantea los siguientes objetivos:

- ❖ Proporcionar métodos cuya finalidad es el estudio conjunto de datos multivariantes, lo que a través del análisis estadístico uni y bivalente no es posible.
- ❖ Ayudar al investigador a tomar decisiones óptimas con respecto a la información que aporta el conjunto de datos analizados dentro de su área de estudio.

Actualmente, son varios los programas informáticos que aplican la mayoría de las técnicas del análisis multivariante de datos, tales como R, SPSS, STATA, etc., (Closas *et al.*, 2013).

#### 1.3.4.1 Análisis de Componentes Principales

El análisis de componentes principales forma parte del conjunto de técnicas de análisis multivariante denominadas de interdependencia, ya que analiza la relación mutua entre un conjunto de variables. La técnica del análisis de componentes principales es empleada por las siguientes razones (Catena *et al.*, 2007; Closas *et al.*, 2013):

- ❖ Sintetiza la información de un grupo de variables observadas en un número inferior de variables no observadas denominadas componentes, perdiendo la menor información posible.
- ❖ Permite seccionar la información contenida en un conjunto de variables de interés en nuevas variables independientes, cada una explicando una parte específica de la información mediante combinación lineal de las variables originales.
- ❖ Determina cómo y porque las variables originales están correlacionadas entre sí, permitiendo hacer representaciones en un espacio de dimensión pequeña.
- ❖ Se utiliza como filtro, permitiendo el seguimiento sobre los componentes principales obtenidos para comprobar hipótesis establecidas en un estudio de análisis de datos multivariados.

## **CAPÍTULO 2**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1 TIPO DE ESTUDIO**

#### **2.2 UBICACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO**

#### **2.3 CAMPAÑAS DE MUESTREO**

##### **2.3.1 Descripción de Variables Analizadas**

##### **2.3.2 Toma y Conservación de las muestras de agua**

###### **2.3.2.1 Toma de muestras**

###### **2.3.2.2 Equipos**

#### **2.4 METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT**

##### **2.4.1 Análisis fisicoquímico**

##### **2.4.2 Variables Meteorológicas**

##### **2.4.3 Cobertura Vegetal**

#### **2.5 MONITOREO DE ANFIBIOS**

#### **2.6 DETERMINACIÓN DE LA ADAPTABILIDAD DE LOS ANFIBIOS**

##### **2.6.1 Análisis Estadístico**

## 2.1 TIPO DE ESTUDIO

El presente trabajo, corresponde a una investigación poco estudiada y de trabajo de campo, enmarcado dentro de las líneas de gestión ambiental, la cual se constituye en un estudio de los parámetros fisicoquímicos de calidad de agua, variables meteorológicas y cobertura vegetal de los hábitats artificiales construidas para el rescate de anfibios en la zona urbana de Cuenca y su correlación con la presencia de la Rana Marsupial (*Gastrotheca sp. nov.*) con el objetivo de determinar su adaptabilidad.

## 2.2 UBICACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

El área de estudio comprende cuatro sitios ubicados en la zona urbana de la ciudad de Cuenca donde se encuentran los nueve hábitats construidos para la conservación de especies de anfibios amenazados, y un sitio ubicado en el barrio San Miguel perteneciente a la Parroquia rural Paccha donde se encuentra un hábitat natural que se utilizara como testigo (Figura 9).

La ciudad de Cuenca del cantón Cuenca de la provincia del Azuay, está ubicada al sur de la república del Ecuador, entre los 2°54'01" de latitud sur y 79°00'16" de longitud oeste. Su altitud varía entre los 2400 a 2500 metros sobre el nivel del mar. El clima de la ciudad es templado, experimentando varios cambios en un mismo día por localizarse en el valle de los Andes, con una precipitación anual promedio de 850mm y temperatura promedio anual de 15°C.

La ciudad está dividida naturalmente en tres terrazas y subdividida en dos partes por el río Tomebamba. La vegetación predominante son el bosque y el matorral, el uso del suelo es destinado a cultivos, pastizales y plantaciones de eucalipto. En la actualidad la ciudad se ha expandido en todas las direcciones, fragmentando diversos hábitats naturales de varias especies nativas como es el caso de las especies de anfibios, que han tenido que adaptarse a la urbanización. La superficie de la zona urbana es de 78 km<sup>2</sup> aproximadamente, con una población de 331888 habitantes (INEC, 2010; Abad *et al.*, 2017).

Con respecto a la ubicación del hábitat que se utiliza como testigo, esta se encuentra a 10 kilómetros de la ciudad de Cuenca, en la Parroquia Paccha del cantón Cuenca. El uso del suelo es destinado a cultivos y ganadería (Orellana & Buchelli, 2014).

Cabe mencionar que el Programa de Conservación de la Biodiversidad Urbana ejecutado por la Comisión de Gestión Ambiental (CGA), contaba con 10 hábitats artificiales para el rescate de los anfibios urbanos amenazados. Sin embargo, el hábitat construido a orillas del río Yanuncay a la altura Paseo 27 de Febrero, tuvo que ser retirado por daños ocasionados por los propios moradores de la zona.

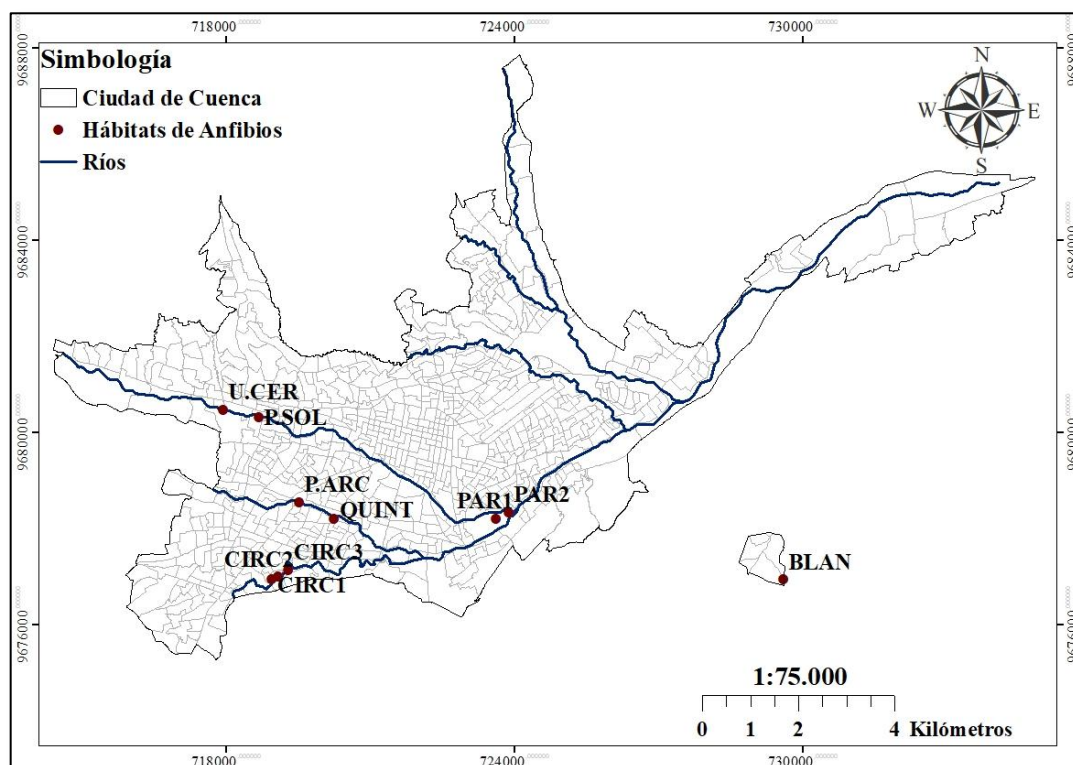
Los sitios y coordenadas de los hábitats para los anfibios se encuentran indicados en la Tabla 1.

*Tabla 1: Coordenadas de los Sitios de Monitoreo de los Hábitats artificiales para los Anfibios*

Nº	Ubicación	Identificación	Latitud	Longitud	Altura (m)
1	Parque El Paraíso	PAR1	2°54'34.52"S	78°59'17.92"O	2489
2	Parque El Paraíso junto a caminera	PAR2	2°54'29.94"S	78°59'9.12"O	2490
3	Sector Circo Social junto a canchas	CIRC1	2°55'15.96"S	79° 1'48.61"O	2556
4	Sector Circo Social junto a parqueadero	CIRC2	2°55'14.13"S	79° 1'44.08"O	2558
5	Sector Circo Social junto a quebrada	CIRC3	2°55'9.46"S	79° 1'37.26"O	2557
6	Sector Quinta Lucrecia	QUINT	2°54'34.78"S	79° 1'6.60"O	2549

7	Sector Puente del Arco	P.ARC	2°54'23.52"S	79° 1'30.28"O	2567
8	Sector Puertas del Sol	P.SOL	2°53'26.25"S	79° 1'57.22"O	2590
9	Sector Urbanización Los Cerezos San Miguel de Paccha	U.CER	2°53'21.05"S	79° 2'21.51"O	2608
10	(Testigo)	TEST	2°55'15.11"S	78°56'4.22"O	2716

**Nota.** Elaborado por: (Autor, 2018)



*Figura 9: Mapa de los Sitios de Monitoreo de los hábitats para la conservación de anfibios  
Elaborado por: (Autor, 2018)*

Los sitios donde se ubican los hábitats artificiales para el rescate de anfibios a excepción del hábitat natural, se escogieron dependiendo de la ubicación geográfica de las especies monitoreadas, manteniéndolas cerca de su ubicación natural. De igual manera, estas se encuentran cerca de fuentes de agua como los ríos de la ciudad para reducir gastos de mantenimiento y donde la ciudadanía pueda disfrutar de la biodiversidad de anfibios en la ciudad de Cuenca (CGA, 2018).

#### ▪ Sitio 1



El primer sitio se encuentra en el Parque Paraíso, aquí se ubican dos hábitats, uno de ellos dentro del Parque (PAR1) y el segundo junto a la caminera cerca de la orilla del río Tomebamba (PAR2). Estos hábitats son muy frecuentados por el público ya que son de fácil acceso (Figura 10 y 11).



*Figura 10: Hábitat 1, Parque el Paraíso (PAR1)*  
*Fuente: (Autor, 2018)*



*Figura 11: Hábitat 2, Parque el Paraíso junto a la caminera (PAR2)  
Fuente: (Autor, 2018)*

## ▪ Sitio 2

El segundo sitio se encuentra en el Parque Inclusivo, sector Circo Social a orillas del río Tarquí, en el sector se construyeron tres hábitats. El primero se ubicada cerca de las canchas (CIRC1) y es el más frecuentado de este sector (Figura 12). El segundo hábitat está cerca del parqueadero del parque (CIRC2), el área circundante esta intervenida por actividades antropogénicas, pues se observa obras con maquinaria pesada y un taller mecánico (Figura 13). El tercer hábitat (CIRC3), es quizá el menos frecuentado, se ubica a orillas de una pequeña quebrada cerca de un sendero rodeado de eucaliptos a un extremo del parque Inclusivo (Figura 14).



*Figura 12: Hábitat 3, Sector Circo Social (CIRC1)*  
*Fuente: (Autor, 2018)*





*Figura 13: Hábitat 4, Sector Circo Social (CIRC2)*  
*Fuente: (Autor, 2018)*



*Figura 14: Hábitat 5, Sector Circo Social (CIRC3)*

*Fuente: (Autor, 2018)*

### ▪ Sitio 3

En el tercer sitio, se encuentran dos hábitats, ubicados en diferentes puntos a las orillas del río Yanuncay. El primero (QUINT) está a pocos metros de la Quinta Lucrecia y es frecuentado principalmente por personas que realizan actividades deportivas, el área circundante está influenciada por el ruido generado por el tráfico vehicular, factor que interfiere en la dinámica de los anfibios (Figura 15). El segundo hábitat, se ubica a 800m del primero, en el Sector Puente del Arco (P.ARC) y esta apartado de caminos públicos, por lo cual, no es tan frecuentado por la ciudadanía, no se observa que exista alguna influencia por actividades antropogénicas (Figura 16).



*Figura 15: Hábitat 6, Sector Quinta Lucrecia (QUINT)*

*Fuente: (Autor, 2018)*





*Figura 16: Hábitat 7, Sector Puente del Arco (P.ARC)*

*Fuente: (Autor, 2018)*

#### ▪ Sitio 4

El cuarto sitio está constituido por dos hábitats ubicados a orillas del río Tomebamba en el Sector Puertas del Sol. El primer hábitat (P.SOL), está severamente intervenido por actividades antropogénicas (Figura 17). El siguiente hábitat se encuentra en la Urbanización Los Cerezos (U.CER), este hábitat presenta buenas condiciones (Figura 18), es frecuentado por moradores del sector pues a pocos metros se encuentran áreas recreativas.



*Figura 17: Hábitat 8, Sector Puertas del Sol (P.SOL)*

*Fuente: (Autor, 2018)*



*Figura 18: Hábitat 9, Urbanización Los Cerezos (U.CER)*

*Fuente: (Autor, 2018)*

### ▪ Sitio 5

El quinto sitio se encuentra en una zona rural de la Parroquia Paccha en el barrio San Miguel, este hábitat se ha escogido como testigo (TEST) ya que a través de los años se ha observado la presencia constante de renacuajos las cuales pueden ser de diferentes especies de anfibios. Su importancia radica en que sus características ambientales se podrían contrastar con los hábitats artificiales urbanos e identificar que variables pudiesen influenciar en la presencia anfibios (Figura 19).



*Figura 19: Hábitat natural, San Miguel de Paccha (TEST)*

*Fuente: (Autor, 2018)*

## 2.3 CAMPAÑAS DE MUESTREO

Las muestras fueron tomadas durante el período Septiembre – Noviembre de 2017. En el mes de Septiembre la ciudad de Cuenca presenta una temperatura promedio de 14,3°C y una precipitación de 44mm. Para los meses de Octubre y Noviembre, las condiciones climáticas en la ciudad tienden a cambiar, registrando precipitaciones promedio de 88mm y 65mm respectivamente y una temperatura promedio de 15,1°C para los dos meses (Climate – Data, 2018).



### 2.3.1 Descripción de Variables Analizadas

Las variables analizadas se dividen en tres categorías: parámetros fisicoquímicos de calidad de agua, variables meteorológicas y cobertura vegetal. La descripción respectiva de cada variable se encuentra en la Tabla 2.

Tabla 2: Descripción de variables analizadas

Categoría	Variable	Descripción
<b>Parámetros fisicoquímicos de Calidad de Agua</b>	Temperatura del agua	Magnitud física que refleja la cantidad de energía calórica de un cuerpo de agua, se mide en grados centígrados.
	pH	Potencial de hidrogeno, indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa.
	Oxígeno disuelto	Cantidad de oxígeno gaseoso disuelto en una solución acuosa, proviene principalmente de aire que se introduce en el agua por difusión y como producto de la fotosíntesis. Se mide en miligramos por litro.
	Conductividad	Es una propiedad natural de una solución acuosa para conducir la corriente eléctrica. Depende directamente de la concentración de iones. Se mide en micro Siemens por centímetro cuadrado.
	Turbidez	Indica el grado de opacidad producida por la materia insoluble en suspensión que se presenta principalmente en aguas superficiales. Se mide en unidades nefelométricas de turbidez.
	Color Aparente	Es una propiedad del agua natural, se debe a la presencia de materia orgánica procedente de la descomposición vegetal, así como metabolitos orgánicos. Se mide en unidades de platino-cobalto.
	Nitritos	Forma inorgánica de nitrógeno, se miden en miligramos por litro.
	Alcalinidad	Es una propiedad natural del agua para neutralizar los ácidos, se constituye principalmente por iones hidróxido, carbonatos y bicarbonatos. Se mide en miligramos por litro de carbonato de calcio.
<b>Variables Meteorológicos</b>	Dureza	Cantidad de iones de calcio y magnesio presentes en el agua. Se mide en miligramos por litro de carbonato de calcio.
	Temperatura ambiente	Magnitud física que refleja la cantidad de energía calórica del ambiente. Se mide en grados centígrados.
	Precipitación	Es la caída de agua en forma sólida o líquida debido a la condensación del vapor sobre la superficie terrestre. Se mide en milímetros.
	Humedad Relativa	Cantidad de vapor de agua contenida en el aire, en cualquier momento determinado. Se mide en porcentaje.
	Presión Atmosférica	Peso de la columna de aire que se ejerce sobre cualquier punto o lugar de la tierra, peso por unidad de superficie.

<b>Cobertura Vegetal</b>		Se mide en hectopascales.
	Radiación Solar	Magnitud física que refleja la cantidad de energía emitida por el sol en forma de radiaciones electromagnéticas. Se mide en vatios por metro cuadrado.
	NDVI	Índice diferencial de vegetación normalizado

**Nota.** Elaborado por: (Autor, 2018)

### 2.3.2 Toma y Conservación de las muestras de agua

Las muestras recolectadas para su posterior análisis en laboratorio, deben ser relevantes y representativas para obtener resultados de alta calidad y confiabilidad, pues con base a esta información se toman importantes decisiones en materia de legislación, mitigación, control y protección del medio ambiente regidas por normas y regulaciones de carácter oficial (Barreto, 2009).

Para este estudio se recolectaran muestras de agua superficial, por lo cual, se optó por tomar muestras simples o puntuales que reflejan las circunstancias particulares de un lugar y tiempo específico. Este tipo de muestras son esenciales para estimar si la calidad del agua cumple con los límites que rige la legislación ambiental o si por el contrario se aparta del promedio de calidad (INEN, 2000).

El monitoreo de calidad de agua se ejecutó siguiendo las pautas y recomendaciones de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:2013: *Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y Conservación de muestras* y NTE INEN 2176:1998: *Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo*.

El volumen para la muestra simple se estableció de acuerdo a las especificaciones recomendadas por el personal del laboratorio, se definió un volumen de 1000cc, apto para los análisis requeridos y para cualquier repetición del análisis.

### 2.3.2.1 Toma de muestras

Se realizaron un total de nueve salidas de campo para recolectar las muestras para los análisis de variables fisicoquímicas, la frecuencia de muestreo fue de tres veces cada mes (Tabla 3), iniciando desde el mes de septiembre hasta noviembre de 2017.

*Tabla 3: Frecuencia de muestreo de las variables fisicoquímicas*

Nº Muestra	Fecha
M1	07-08/09/2017
M2	19-20/09/2017
M3	28-29/09/2017
M4	09-10/10/2017
M5	18-19/10/2017
M6	30-31/10/2017
M7	09-10/11/2017
M8	21-22/11/2017
M9	29-30/11/2017

**Nota.** *Elaborado por: (Autor, 2018).*

Las muestras fueron tomadas en agua estancada superficial a 0,5m de la orilla y a una profundidad de 15cm. Se utilizaron envases plásticos debidamente lavados para la recolección de las muestras. Previo a proceder a tomar la muestra, los envases fueron enjuagados dos veces con cierta cantidad de la muestra. El envase se llenó completamente y se etiquetó indicando el nombre de la ubicación del hábitat, fecha y hora.

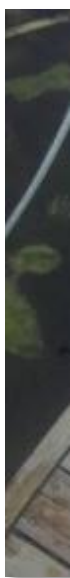
### 2.3.2.2 Equipos

Los equipos y reactivos utilizados para el tratamiento de las muestras y los análisis correspondientes se indican en el Anexo 2.

## 2.4 METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT

### 2.4.1 Análisis fisicoquímico

Los parámetros color, turbidez, nitritos, alcalinidad y dureza fueron determinados en el Laboratorio de Calidad de Agua del Campus Balzay de la Universidad de Cuenca, bajo la supervisión del personal del laboratorio. Las mediciones de pH, conductividad y oxígeno disuelto fueron determinados *in situ* con equipos de medición de campo proporcionados por la Universidad de Cuenca (Figura 20).



*Figura 20: Determinación in situ de parámetros fisicoquímicos*

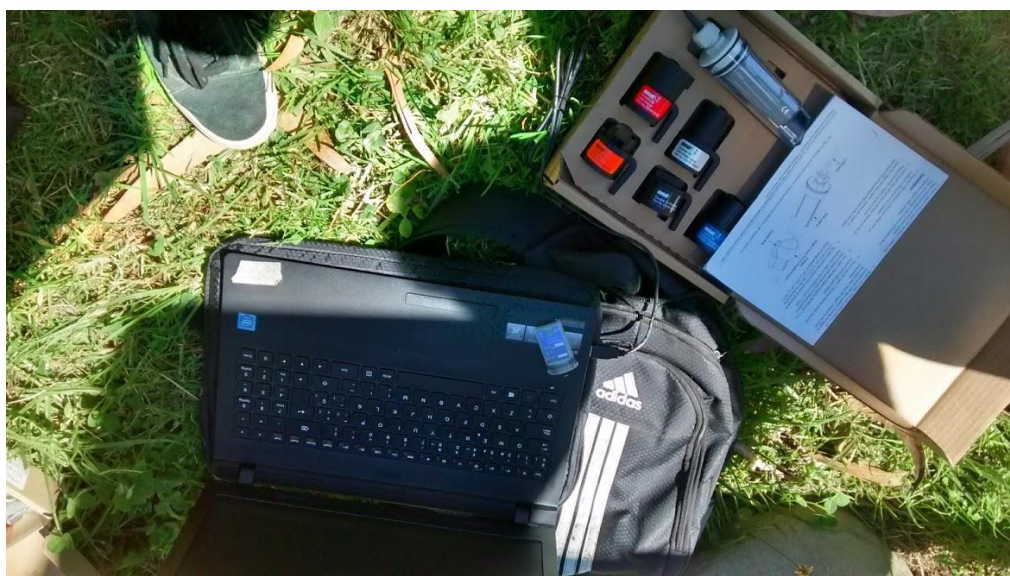
*Fuente: (Autor, 2018)*

Para la temperatura del agua, esta se midió mediante la utilización de dataloggers de temperatura proporcionados por la Comisión de Gestión Ambiental y que fueron instalados en cada uno de los hábitats. Por cuestiones de seguridad, para el uso de estos dispositivos se instaló cajas de seguridad de aluminio de dimensiones 13x3.5cm (Figura 21). La programación y descarga de la información de los dataloggers, se hizo con el software HOBOWare (Figura 22).



*Figura 21: Instalación de las cajas de seguridad*

*Fuente: (Autor, 2018)*



*Figura 22: Programación de los dataloggers*

*Fuente: (Autor, 2018)*

## 2.4.2 Variables Meteorológicas

Para la determinación de la información meteorológica, se utilizó los datos de la Red de Monitoreo de la Universidad Politécnica Salesiana, quienes cuentan con estaciones distribuidas en el cantón Cuenca (Figura 23) (Anexo 1). Es importante mencionar que las estaciones de Llacao, Quingeo, San Joaquín y Sinincay se encontraban en mantenimiento, descargándose únicamente los datos correspondientes al mes de noviembre de dichas estaciones.

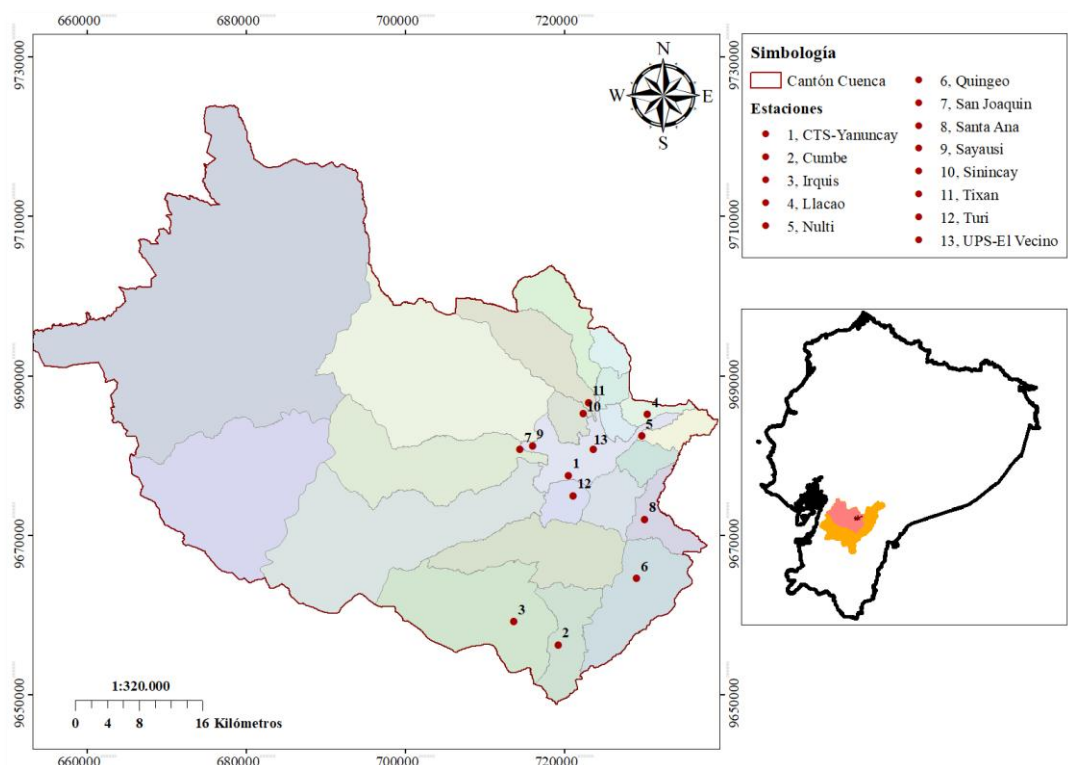


Figura 23: Ubicación de las estaciones meteorológicas del cantón Cuenca

Fuente: (Autor, 2018)



Las variables meteorológicas corresponden a precipitación, temperatura ambiente, humedad relativa, radiación solar y presión atmosférica. Mediante la base de datos de la Red Monitoreo de la Universidad Politécnica Salesiana, se descargó en formato diario la información correspondiente a temperatura ambiente, humedad relativa, radiación solar y presión atmosférica en el período septiembre – noviembre de 2017. Por medio del software ArcGis 10.3, la información descargada se interpoló para generar los datos meteorológicos correspondientes a la ubicación de los hábitats artificiales.

Con respecto a la variable de la precipitación, esta se determinó siguiendo las recomendaciones de Monasterio *et al* (2008). Se construyó pluviómetros utilizando los siguientes materiales:

- Recipiente de plástico de un litro de volumen.
- Embudo de diámetro 10,8cm.
- Un tubo de PVC de 4 pulgadas de diámetro y 20cm de longitud.
- Tapa inferior de 4 pulgadas.
- Probeta de 100ml.

Es importante mencionar que los hábitats objeto de estudio se encuentran ubicadas en parques urbanos y orillas de los ríos, debido a esto los pluviómetros se ubicaron lo más cerca posible a estas y a 1,5m de altura medido desde el ras del suelo hasta la parte superior del mismo. El volumen recolectado se midió con una probeta graduada en centímetros cúbicos (Figura 24) y se convirtió a milímetros lineales de lluvia mediante (1):

$$Vl = \frac{Vr}{A} (10) \quad (1)$$

Donde, Vl corresponde al volumen en milímetros lineales de lluvia, Vr corresponde al volumen recolectado de lluvia en centímetros cúbicos, mientras que A, es el área del embudo del recolector.



*Figura 24: Recolección del agua lluvia*

*Fuen*

*te: (Autor, 2018)*

### **2.4.3 Cobertura Vegetal**

Para el análisis de la cubierta vegetal se utilizó el índice de vegetación normalizado o índice NDVI, es una combinación de dos bandas espectrales registradas por los satélites de teledetección, ilustrando la vegetación en función de su respuesta espectral. La banda del espectro visible, en la que la vegetación presenta una absorción en la sección del rojo debido a la presencia de clorofila lo que genera imágenes multiespectrales oscuras; y la banda del infrarrojo cercano, en la cual la vegetación genera niveles de reflexión generando imágenes multiespectrales brillantes.

Se descargó imágenes satelitales Landsat-8 correspondientes al área de estudio, de la base de datos del Servicio Ecológico de los Estados Unidos (USGS). Se escogió imágenes con la menor presencia de nubosidad y que estén dentro del período de monitoreo, así pues se descargó imágenes del día 09 de septiembre de 2017.

El cálculo del índice NDVI se efectuó con un gestor de imágenes ráster como el software qGIS de la plataforma SIG, a partir de operaciones algebraicas entre las dos bandas espectrales (2):



$$NDVI = \frac{IRCercano - Rojo}{IRCercano + Rojo} \quad (2)$$

Donde, Rojo corresponde a la banda de rojo visible, mientras que IRCercano es la banda de infrarrojo cercano. Los valores oscilan entre -1 y 1, valores negativos se asocian a zonas de agua, cercanos a 0 indican territorios desnudos, a partir de 0,3 indican la presencia de vegetación, mientras que valores próximos a 1 reflejan una vegetación frondosa (Merg *et al.*, 2011).

## 2.5 MONITOREO DE ANFIBIOS

El estudio de anfibios, consistió en determinar la abundancia de la Rana Marsupial en los hábitats construidos en la zona urbana. Se realizó 3 muestreos de septiembre a noviembre de 2017, un muestreo por mes.

Para los anfibios en estado larval, se procedió a contabilizar el número de individuos por un lapso de tiempo determinado de 30min. Se descartó la opción de utilizar redes de arrastre, ya que esta labor hacía que las larvas se escondan en áreas demasiado pequeñas para ser recolectados; igualmente, se descartó la opción de introducirse al cuerpo de agua de los hábitats ya que se podría ocasionar daños a la misma.

Con respecto a anfibios en estado adulto, se utilizaron dos técnicas de detección. La primera fue el registro por encuentros visuales, se exploró el área de los hábitats artificiales en un radio de 50m. La segunda técnica fue por registros auditivos, se aprovechó esta característica específica de cada especie y se identificó ranas en un radio de 50m circundantes a los hábitats construidos. Previo al monitoreo, se identificó las características de esta especie mediante revisión bibliográfica (Arbeláez *et al.*, 2013; Siavichay-Pesántez *et al.*, 2016).

## 2.6 DETERMINACIÓN DE LA ADAPTABILIDAD DE LOS ANFIBIOS

### 2.6.1 Análisis Estadístico

Se efectuó una revisión bibliográfica de diferentes metodologías para correlacionar las variables ambientales con la capacidad de adaptación de los anfibios. A partir de dicha revisión, se seleccionó el análisis de componentes principales (ACP) que forma parte del conjunto de técnicas de análisis multivariados. Se optó por esta técnica por su gran aplicación en diferentes áreas científicas que trabajan con una gran base de datos.

En el presente trabajo de investigación se aplicó el ACP de acuerdo al criterio de la Abundancia de la Rana Marsupial del Azuay (*Gastrotheca sp*), en relación con las variables ambientales que se determinaron en los hábitats urbanos. El objetivo de este análisis es determinar que variables ambientales están correlacionadas con la adaptación de esta especie en los hábitats construidos para su conservación.

Para el análisis de la correlación de las variables ambientales con la abundancia de anfibios, se utilizó el programa estadístico SPSS, ya que cuenta con la capacidad para trabajar con grandes bases de datos mediante un conjunto de herramientas para el análisis estadístico.

## **CAPÍTULO 3**

### **RESULTADOS Y ANALISIS**

#### **3.1 ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICAS DEL AGUA**

3.1.1 Parámetros Físico

3.1.2 Parámetros Químicos

3.1.3 Comparación de la Calidad de Agua con la Legislación Ambiental Vigente.

#### **3.2 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS**

#### **3.3 ANÁLISIS DE LA COBERTURA VEGETAL**

#### **3.4 VARIACIÓN DE LA ABUNDANCIA DE LA RANA MARSUPIAL**

#### **3.5 CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES AMBIENTALES Y LA ABUNDANCIA DE LA *GASTROTHECA SP***

3.5.1 Primer análisis de componentes principales

3.5.2 Segundo análisis de componentes principales

### 3.1 ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICAS DEL AGUA

Es importante mencionar que el hábitat artificial P.ARC se secó en su totalidad en las últimas semanas de noviembre, por lo que el análisis fisicoquímico para el muestreo 8 y 9 no se pudieron realizar en este hábitat.

#### 3.1.1 Parámetros Físico

##### ❖ Temperatura del agua

La temperatura del agua aumentó durante los tres meses de monitoreo, lo que corresponde a variaciones en el nivel del agua y al aumento de la temperatura ambiente (Anexo 3). En la Figura 25 se indica los datos de temperatura promedio, se registró que los hábitats con las mayores temperaturas están expuestos directamente a la radiación solar, mientras que hábitats que se encuentran constantemente a la sombra registraron los menores promedios, los que se evidencia con los promedios registrados en los hábitats U.CER (18,5°C) y PAR2 (14,7°C).

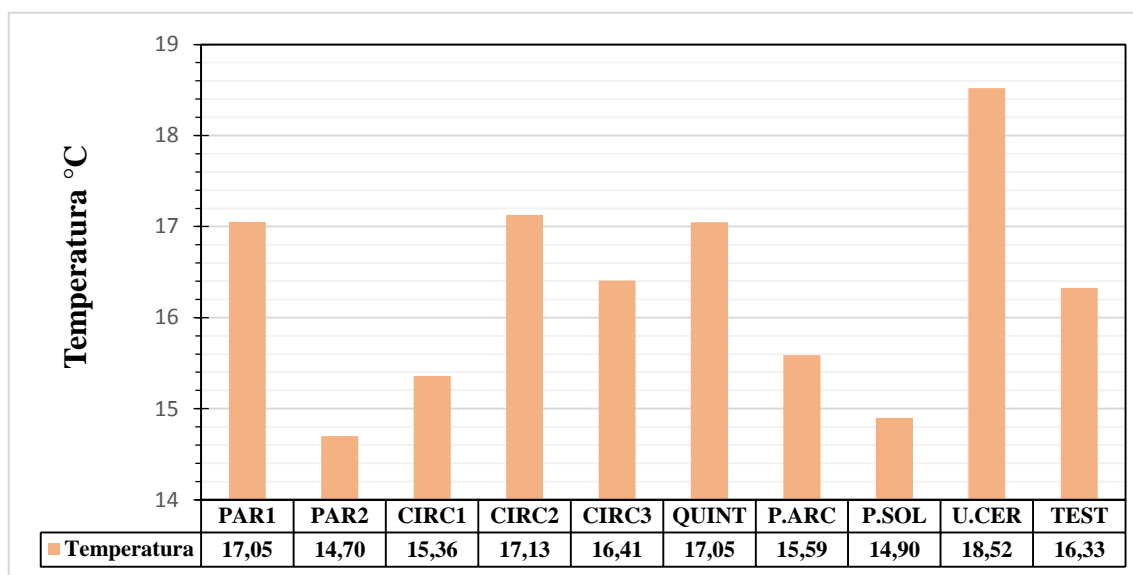


Figura 25: Promedio mensual de temperatura del agua (septiembre - noviembre de 2017)  
Fuente: (Autor, 2018)

Con respecto a la presencia de anfibios, no se observó una relación con la variación de la temperatura del agua, debido a que se registró la presencia de la *Gastrotheca sp* en su etapa larvaria en un rango amplio de temperatura entre 9,7 y 29,5°C. Así también, las dispersiones de temperatura en cada hábitat no influyeron en la presencia de las larvas, observándose una mínima dispersión de 1°C para PAR2 y una máxima de 2,8°C en U.CER (Tabla 4).

Tabla 4: Estadística descriptiva de la temperatura

Hábitat	Media	Desviación Estándar	Rango	Mínimo	Máximo
PAR1	17,05	1,58	9,27	12,30	21,57
PAR2	14,70	1,01	5,47	11,82	17,28
CIRC1	15,36	1,38	7,75	11,53	19,28
CIRC2	17,13	1,74	10,89	12,40	23,29
CIRC3	16,41	1,46	9,74	12,21	21,95
QUINT	17,05	2,13	12,92	12,59	25,51
P.ARC	15,59	1,60	9,19	11,33	20,52
P.SOL	14,90	1,55	9,42	9,77	19,19
U.CER	18,52	2,81	17,25	12,30	29,55
TESTIGO	16,33	1,59	9,07	12,69	21,76

Nota: Elaborado por: (Autor, 2018)

### ❖ Conductividad

La Figura 26 indica los datos de conductividad promedio. Los hábitats P.ARC y P.SOL registraron las mayores concentraciones con 370 y 352,22  $\mu\text{S}/\text{cm}$  respectivamente, mientras que el hábitat natural (TEST) presentó el menor promedio con 119,52  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ., esta diferencia se puede atribuir al aumento de la vegetación acuática presente en los hábitat urbanos.

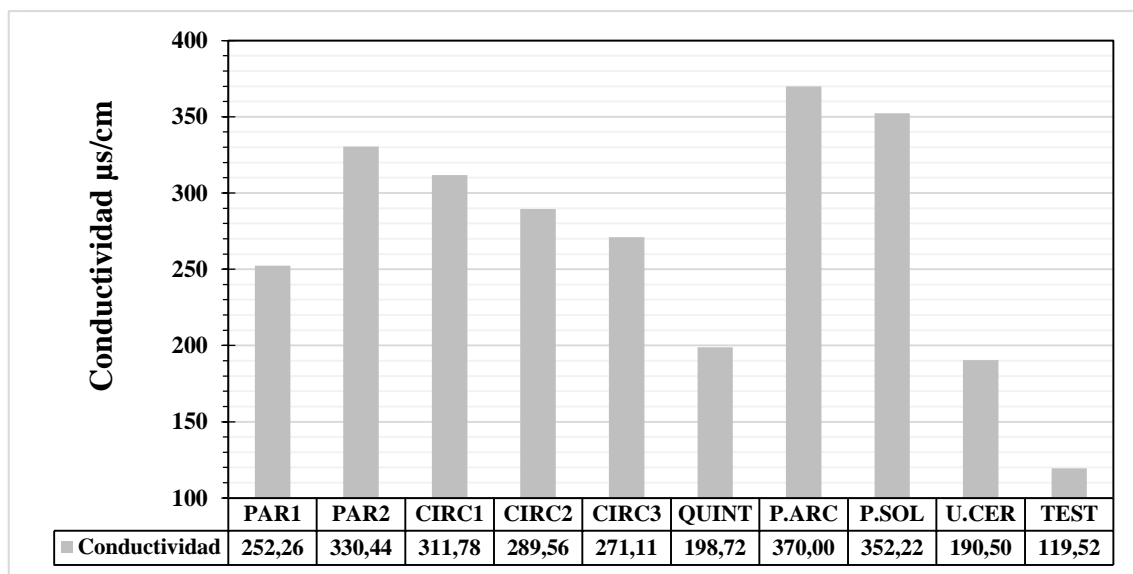


Figura 26: Promedio mensual de la conductividad (septiembre - noviembre de 2017)  
Fuente: (Autor, 2018)

Se observó que la conductividad tiende a aumentar en los hábitat urbanos durante el período de monitoreo (Anexo 4), lo que se atribuye al incremento de la vegetación acuática como lechuguines y algas, e impurezas arrastradas por las precipitaciones. Con relación a la abundancia de la *Gastrotheca sp*, se observó que en los hábitats P.ARC y CIRC2 con concentraciones altas de conductividad 370 y 289,56  $\mu\text{s/cm}$  respectivamente, no se registró la presencia de larvas durante los tres meses de monitoreo. Así también, se registró una baja presencia de larvas en el hábitat P.SOL (352 $\mu\text{s/cm}$ ), desapareciendo por completo en el transcurso del monitoreo. Por el contrario, el hábitat natural utilizado como testigo, registró el menor promedio con 119,52 $\mu\text{s/cm}$  y una mayor presencia de larvas.

En la Tabla 5 se presenta la estadística descriptiva correspondiente a la conductividad de los hábitats obtenidos en este estudio.

*Tabla 5: Estadística descriptiva de la conductividad*

Hábitat	Media	Desviación Estándar	Rango	Mínimo	Máximo
<b>PAR1</b>	252,26	15,72	49,00	224,00	273,00
<b>PAR2</b>	330,44	17,20	48,00	302,00	350,00
<b>CIRC1</b>	311,78	27,11	81,00	269,00	350,00
<b>CIRC2</b>	289,56	14,39	43,00	274,00	317,00
<b>CIRC3</b>	271,11	269,00	62,00	244,00	306,00
<b>QUINT</b>	198,72	24,38	68,50	172,60	241,10
<b>P.ARC</b>	370,00	18,00	49,00	354,00	403,00
<b>P.SOL</b>	352,22	39,16	108,00	303,00	411,00
<b>U.CER</b>	190,50	35,95	113,40	156,60	270,00
<b>TESTIGO</b>	119,52	27,83	94,70	78,50	173,20

*Nota: Elaborado por: (Autor, 2018)*

#### ❖ Turbidez y Color

En la Tabla 6 se indican los valores obtenidos de turbidez. Para el caso de los hábitats artificiales, el mínimo promedio fue de 1,02 NTU para CIRC3 y un máximo de 7,0 NTU para CIRC1; con un rango entre 0,65 y 11,6 NTU. Sin embargo, el hábitat natural registró el mayor promedio de 54,18 NTU, con un rango entre 28,5 y 153 NTU. La variación de este parámetro entre los diferentes hábitats, no se considera un factor que interfiera en la adaptabilidad de los anfibios (Anexo 5), ya que se registró la presencia de larvas en un rango amplio entre 0,65 y 153 NTU.

Tabla 6: Estadística descriptiva de la turbidez

Hábitat	Media	Desviación Estándar	Rango	Mínimo	Máximo
PAR1	3,84	0,98	3,02	2,75	5,77
PAR2	2,12	0,73	2,25	1,17	3,42
CIRC1	7,07	1,35	3,65	5,25	8,90
CIRC2	1,84	1,39	4,49	0,95	5,44
CIRC3	1,02	0,36	1,18	0,65	1,83
QUINT	3,39	2,39	7,16	1,34	8,50
P.ARC	3,69	3,46	8,69	1,26	9,95
P.SOL	5,01	3,46	9,20	0,90	10,10
U.CER	3,34	3,31	10,29	1,31	11,60
TESTIGO	54,18	38,60	124,50	28,50	153,00

**Nota:** Elaborado por: (Autor, 2018)

Con respecto al color, no se observó una relación con la presencia de larvas de la *Gastrotheca sp*, ya que se registró larvas tanto en hábitats con un mínimo promedio de 38 UCP para CIRC3 y un máximo de 140 UCP para el hábitat natural. En la Tabla 7 se indican los valores obtenidos durante el periodo de monitoreo.

Tabla 7: Estadística descriptiva del Color

Hábitat	Media	Desviación Estándar	Rango	Mínimo	Máximo
PAR1	60	14	50	38	90
PAR2	75	16	50	50	100
CIRC1	100	11	35	75	110
CIRC2	38	3	10	35	45
CIRC3	38	15	40	25	65
QUINT	44	8	25	35	60
P.ARC	43	6	15	35	50
P.SOL	120	20	55	75	130
U.CER	43	6	15	35	50
TESTIGO	140	49	150	40	190

**Nota:** Elaborado por: (Autor, 2018)



### 3.1.2 Parámetros Químicos

#### ❖ pH

La Figura 27 indica los promedios obtenidos de pH. En general los hábitats presentaron un entorno alcalino, con valores dentro de los límites permisibles de calidad de agua para la conservación de flora y fauna establecidos por el TULSMA (6,5 – 9 unidades de pH). El mayor promedio fue de 8,88 unidades registrado en el hábitat U.CER, mientras que CIRC1 presentó el menor promedio de 7,66 unidades.

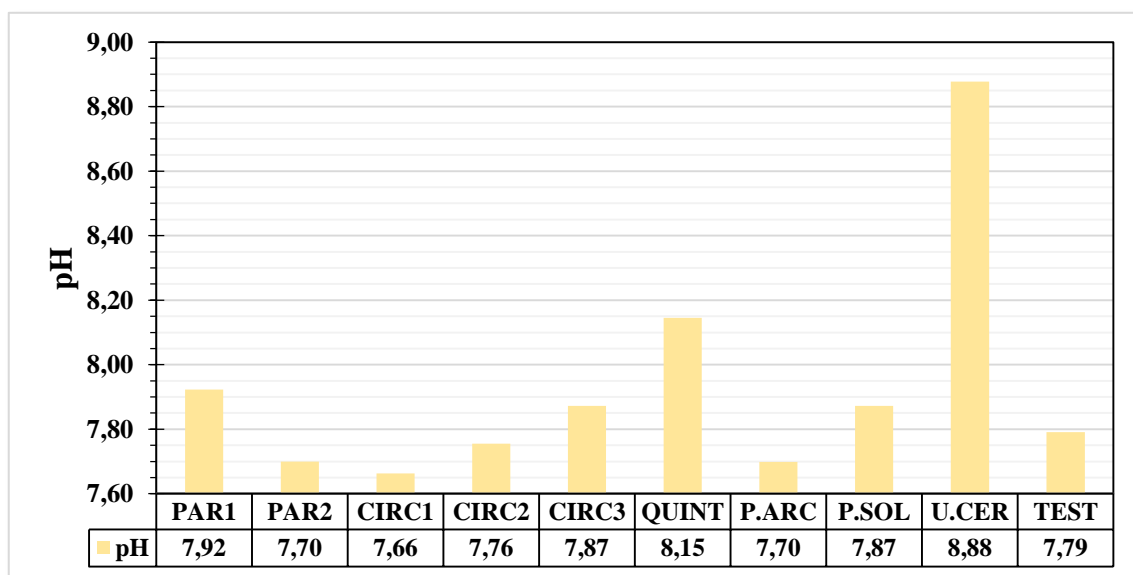


Figura 27: Promedio mensual de pH (septiembre - noviembre de 2017)

Fuente: (Autor, 2018)

La variación de los valores de pH registrados para todos los hábitats (Anexo 6), no se considera un factor que pueda interferir en el desarrollo de las larvas, ya que se registró su presencia en un rango entre 7,18 y 9,82 unidades. En los hábitats donde no se registró la presencia de larvas fueron en CIRC2 (7,76), P.ARC (7,70), mientras que en los hábitats QUINT (8,15) y P.SOL (7,87) la presencia de larvas fue mínima en las primeras semanas del monitoreo, desapareciendo para las últimas semanas. En la Tabla 8, se muestra la estadística descriptiva de este parámetro para el período de monitoreo.

Tabla 8: Estadística descriptiva del pH

Hábitat	Media	Desviación Estándar	Rango	Mínimo	Máximo
PAR1	7,92	0,17	0,47	7,75	8,22
PAR2	7,70	0,20	0,66	7,32	7,98
CIRC1	7,66	0,26	0,79	7,18	7,97
CIRC2	7,76	0,18	0,60	7,50	8,10
CIRC3	7,87	0,20	0,56	7,57	8,13
QUINT	8,15	0,43	1,26	7,64	8,90
P.ARC	7,70	0,15	0,45	7,40	7,85
P.SOL	7,87	0,28	0,83	7,46	8,29
U.CER	8,88	0,62	1,78	8,04	9,82
TESTIGO	7,79	0,67	2,12	7,18	9,30

Nota: Elaborado por: (Autor, 2018)

#### ❖ Dureza

La Figura 28 indica los valores promedio obtenidos de dureza. En general los hábitats presentaron un agua ligeramente dura con rangos entre 41,3 y 187,7 mg/L  $\text{CaCO}_3$ . Los hábitats P.ARC y P.SOL registraron los valores más altos con un promedio de 167 mg/L  $\text{CaCO}_3$ , mientras que el menor promedio se observó en el hábitat natural (60,39 mg/L  $\text{CaCO}_3$ ), el aumento de la dureza se puede atribuir a diversos elementos principalmente calcio y magnesio provenientes de suelos cercanos a los hábitat por medio de la lluvia.

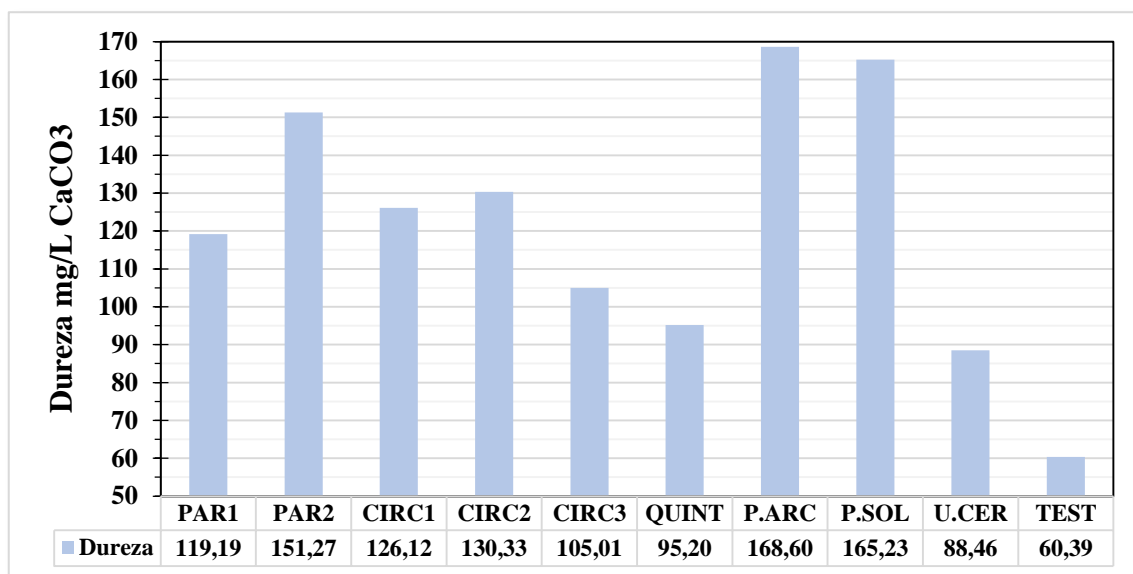


Figura 28: Promedio mensual de la dureza (septiembre - noviembre de 2017)

Fuente: (Autor, 2018)

Se observó que la dureza del agua disminuye para el mes de Octubre en los hábitats, aumentando nuevamente para el mes de Noviembre (Anexo 7). Con respecto a la presencia de la especie *Gastrotheca sp*, no se observaron larvas en los hábitats P.ARC y CIRC2 con durezas altas 168,6 y 130,3 mg/L CaCO<sub>3</sub>; así también, en el hábitat P.SOL con una dureza de 165,23 mg/L CaCO<sub>3</sub> se registró una baja presencia de larvas, desapareciendo en el transcurso del período de monitoreo. No obstante, PAR2 fue la única con una dureza alta (151,27 mg/L CaCO<sub>3</sub>) en la que se observó la presencia de larvas durante todo el monitoreo. Por el contrario, la mayor presencia de larvas se registró en el hábitat natural con el menor promedio de dureza registrado (Tabla 9).

Tabla 9: Estadística descriptiva de la dureza

Hábitat	Media	Desviación Estándar	Rango	Mínimo	Máximo
PAR1	119,19	14,58	43,03	100,17	143,20
PAR2	151,27	10,74	35,24	131,97	167,21
CIRC1	126,12	22,01	70,53	98,04	168,57
CIRC2	130,33	10,81	34,15	112,18	146,33
CIRC3	105,01	10,39	27,57	92,75	120,32
QUINT	95,50	17,20	49,66	69,02	118,68
P.ARC	168,60	11,32	33,30	151,19	184,49
P.SOL	165,23	19,87	55,92	131,78	187,70
U.CER	88,46	26,21	86,17	51,37	137,54
TESTIGO	60,39	13,19	44,44	41,30	85,74

Nota: Elaborado por: (Autor, 2018)

### ❖ Alcalinidad

La Figura 29 indica los valores promedio obtenidos de alcalinidad en los diferentes hábitats. Se puede apreciar que existe diferencia en los valores registrados para cada hábitat, P.ARC y P.SOL registraron los mayores promedios con 213,57 y 194,03 mg/L  $\text{CaCO}_3$  respectivamente, mientras que el menor promedio fue de 71,11 mg/L  $\text{CaCO}_3$  en el hábitat natural. Los valores altos de alcalinidad se pueden atribuir al aumento masivo de la abundancia de plantas acuáticas como lechuguines y algas, así como de la naturaleza del terreno.

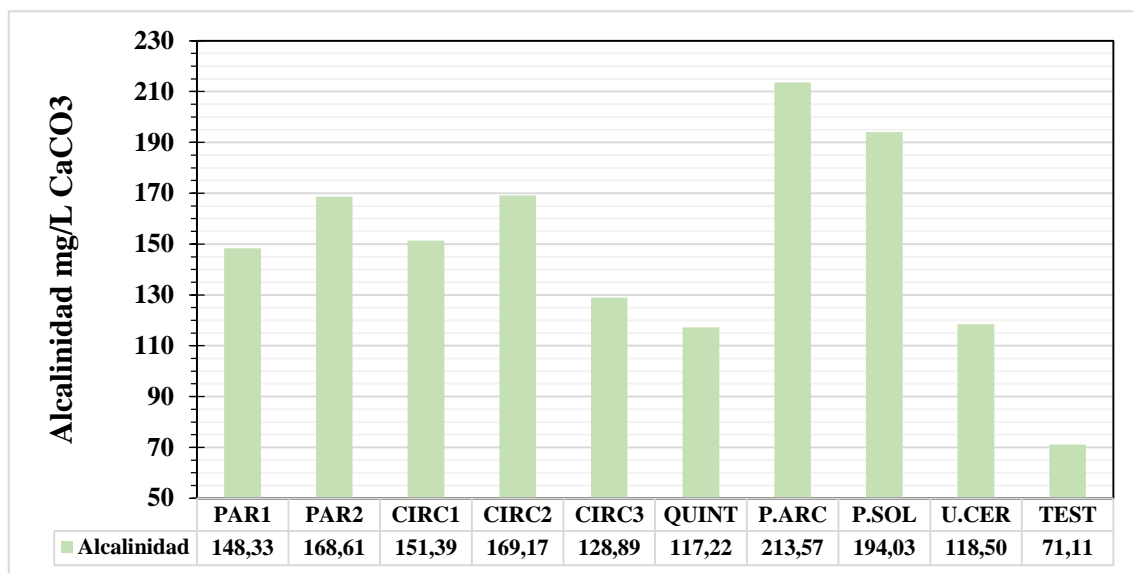


Figura 29: Promedio mensual de alcalinidad (septiembre - noviembre de 2017)  
Fuente: (Autor, 2018)

Los valores de alcalinidad en los hábitats variaron entre 52,50 y 245,00 mg/L CaCO<sub>3</sub>, observándose una disminución de este parámetro en el mes de Octubre y nuevamente aumenta para Noviembre correlacionándose con el aumento de lechuguines y algas. La alcalinidad de la mayoría de los hábitats está en función al contenido de bicarbonatos, siendo el hábitat U.CER quien registró alcalinidad en función de carbonatos y bicarbonatos (Anexo 8), esto se puede correlacionar con el pH que presenta este hábitat que es de 8,8 unidades.

Con respecto a la presencia de la especie *Gastrotheca sp.*, se observó que en los hábitat con valores altos de alcalinidad P.ARC (213,57 mg/L CaCO<sub>3</sub>) y CIRC2 (169,17 mg/L CaCO<sub>3</sub>) no se registró la presencia de larvas en todo el período de monitoreo. Así mismo, en el hábitat P.SOL (194,03 mg/L CaCO<sub>3</sub>) la presencia de larvas fue muy reducida desapareciendo en el transcurso del monitoreo. Por el contrario, la mayor presencia de larvas se registró en el hábitat utilizado como testigo, que registró los menores valores de alcalinidad, es importante mencionar que en este hábitat no se observó la presencia de lechuguines. En la Tabla 10, se muestra la estadística descriptiva de este parámetro para el período de monitoreo.

Tabla 10: Estadística descriptiva de la alcalinidad

Hábitat	Media	Desviación Estándar	Rango	Mínimo	Máximo
PAR1	148,33	32,50	112,50	112,50	225,00
PAR2	168,61	18,03	52,50	147,50	200,00
CIRC1	151,39	18,88	65,00	127,50	192,50
CIRC2	169,17	17,18	60,00	150,00	210,00
CIRC3	128,89	12,06	32,50	115,00	147,50
QUINT	117,22	15,13	42,50	97,50	140,00
P.ARC	213,57	17,67	55,00	190,00	245,00
P.SOL	194,03	26,69	85,00	150,00	235,00
U.CER	118,50	20,49	67,50	92,50	160,00
TESTIGO	71,11	15,92	50,00	52,50	102,50

Nota: Elaborado por: (Autor, 2018)

#### ❖ Nitritos

La Tabla 11 indica los valores promedio de nitritos registrados. Con respecto a los hábitats artificiales, estos presentaron un promedio general de 0,005 mg/L, con un rango entre 0 y 0,018 mg/L. La mayor concentración de nitritos fue de 0,008 mg/L registrado en el hábitat QUINT, mientras que el menor fue de 0,003 mg/L en PAR1. Con respecto al hábitat natural (TEST), su promedio general no refleja exactamente los valores registrados en los tres meses de monitoreo, registrando un promedio bajo de 0,003 mg/L hasta el muestro siete; sin embargo, para los dos últimos muestreos se evidenció la presencia de estiércol de ganado en la parte superior del hábitat, lo que se atribuye al aumento muy marcado de su promedio general (Anexo 9).

Tabla 11: Estadística descriptiva de nitritos

Hábitat	Media	Desviación Estándar	Rango	Mínimo	Máximo
PAR1	0,003	0,003	0,007	0,001	0,008
PAR2	0,004	0,003	0,008	0,000	0,008
CIRC1	0,004	0,002	0,005	0,001	0,006
CIRC2	0,005	0,004	0,011	0,000	0,011
CIRC3	0,005	0,003	0,010	0,000	0,010
QUINT	0,008	0,006	0,017	0,001	0,018
P.ARC	0,005	0,003	0,008	0,001	0,009
P.SOL	0,005	0,005	0,016	0,001	0,017
U.CER	0,005	0,003	0,008	0,002	0,010
TESTIGO	0,033	0,061	0,164	0,000	0,164

**Nota:** Elaborado por: (Autor, 2018)

Con respecto a la relación de este parámetro con la adaptabilidad de la especie *Gastrotheca sp*, no existen criterios específicos de nitritos para los anfibios, mucho menos para individuos de la especie *Gastrotheca sp*. No obstante, se evidenció la ausencia de larvas de esta especie en hábitats con rangos altos de nitritos, estos son CRIC2, QUINT, P.SOL. El hábitat utilizado como testigo, registró la mayor presencia de larvas, es importante mencionar que este hábitat maneja un promedio de 0,003 mg/L de nitritos, sin embargo su promedio aumento para los dos últimos muestreos, por lo cual no se pudo observar efectos futuros en la población de larvas.

#### ❖ Oxígeno Disuelto

La Figura 30 indica los promedios de oxígeno disuelto registrado en los hábitats. Se puede observar que la mayoría de los hábitats presentaron promedios bajos de oxígeno disuelto con respecto al TULSMA, que establece que para la conservación de flora y fauna en agua dulce, la concentración de oxígeno disuelto no debe ser menor a 6mg/L – 80%. Los hábitats con la mejor oxigenación fueron QUINT (8,09 mg/L) y U.CER (7,93 mg/L).

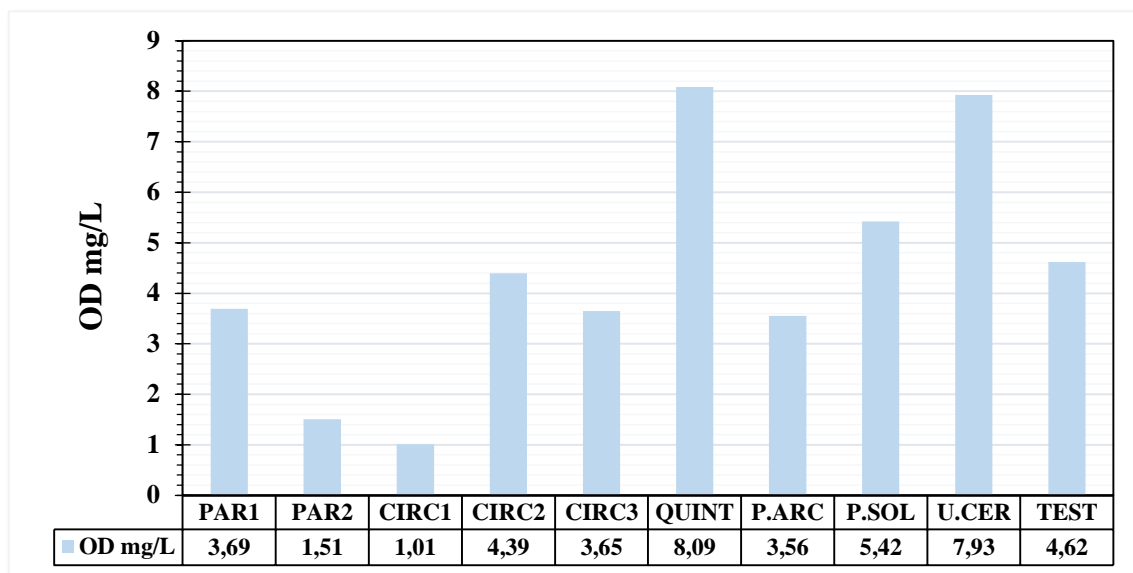


Figura 30: Promedio mensual de oxígeno disuelto (septiembre - noviembre de 2017)  
Fuente: (Autor, 2018)

Los hábitats que registraron los menores promedios de oxígeno disuelto fueron PAR2 (1,51 mg/L) y CIRC1 (1,01 mg/L); esto se puede atribuir a la coloración oscura del agua de estos hábitats generado por las semillas y hojas que caen de los árboles cercanos. La variación en la concentración de oxígeno disuelto que presentaron los hábitats (Anexo 10), no se considera un factor que pueda influir en el desarrollo de la especie *Gastrotheca sp*, registrándose su presencia durante el período de monitoreo en hábitats como PAR2 y CIRC1 con bajas concentraciones. En la Tabla 12, se muestra la estadística descriptiva de este parámetro para el período de monitoreo.



Tabla 12: Estadística descriptiva del oxígeno disuelto

Hábitat	Media	Desviación Estándar	Rango	Mínimo	Máximo
PAR1	3,69	1,57	3,33	2,28	5,61
PAR2	1,51	0,47	1,31	0,73	2,04
CIRC1	1,01	0,45	1,31	0,66	1,97
CIRC2	4,39	2,41	7,05	1,79	8,84
CIRC3	3,65	0,75	2,19	2,67	4,86
QUINT	8,09	2,27	6,24	5,90	12,14
P.ARC	3,56	0,45	1,55	2,82	4,37
P.SOL	5,42	5,36	15,31	0,59	15,90
U.CER	7,93	2,68	8,17	3,71	11,88
TESTIGO	4,62	2,91	9,23	0,96	10,19

Nota: Elaborado por: (Autor, 2018)

Los parámetros fisicoquímicos analizados en los hábitats, no reflejan una relación directa con el desarrollo de los anfibios. Se observó que los parámetros de temperatura de agua, pH, oxígeno disuelto, turbidez y color no constituyen un factor que pueda afectar el desarrollo de la especie *Gastrotheca sp*, encontrándose la presencia de esta especie en su etapa larvaria en la mayoría de los hábitats con registros altos y bajos de las variables mencionadas. No obstante, en los hábitats con las mayores concentraciones de conductividad, dureza, alcalinidad y nitritos no se registró la presencia de larvas o su población fue muy reducida desapareciendo en el transcurso del monitoreo. El análisis de dicha relación será profundizada más adelante.

Con respecto al hábitat natural utilizado como testigo, se evidencia que la población de larvas fue mayor a comparación de los hábitats artificiales, con valores bajos de conductividad, dureza, alcalinidad, así como de nitritos aunque este último aumento su concentración hacia el final del monitoreo por los acontecimientos registrados. Sin embargo, a falta de un monitoreo biológico no se tiene la certeza que la totalidad de la población de anfibios presente en el hábitat corresponda a la especie *Gastrotheca sp*, no

obstante, los resultados registrados en este hábitat nos ayudan a comprender mejor la características que se manejan en los hábitats artificiales.

### 3.1.3 Comparación de la Calidad de Agua con la Legislación Ambiental Vigente.

En la Tabla 13 se indica la comparación de los parámetros fisicoquímicos del agua de los hábitats con los criterios de calidad de agua para la preservación de la vida acuática en aguas dulces, establecidos en la Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua, en el Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

Se puede observar que los parámetros: temperatura del agua y pH registrados en los hábitats estuvieron dentro de los límites establecidos para la conservación de la vida acuática. Por el contrario, el oxígeno disuelto del agua de la mayoría de los hábitats, no se encuentra dentro de los límites establecidos por la legislación a excepción de los hábitats QUINT y U.CER; mientras que el parámetro nitritos sobrepasa los límites establecidos en el hábitat QUINT y en el hábitat natural utilizado como testigo.

Tabla 13: Comparación de los resultados con los criterios de calidad de agua dulce para la preservación de flora y fauna

	Temperatura °C	Conductividad µs/cm	Turbidez NTU	Color Aparente UCP	pH	Dureza mg/L	Alcalinidad mg/L	Nitrato mg/L	Oxígeno Disuelto mg/L
PAR1	17,1	252,3	3,8	60	7,9	119,2	148,3	0,003	3,69
PAR2	14,7	330,4	2,1	75	7,7	151,3	168,6	0,004	1,51
CIRC1	15,4	311,8	7,1	100	7,7	126,1	151,4	0,004	1,01
CIRC2	17,1	289,6	1,8	38	7,8	130,3	169,2	0,005	4,39
CIRC3	16,4	271,1	1,0	38	7,9	105,0	128,9	0,005	3,65
QUINT	17,1	198,7	3,4	44	8,2	95,2	117,2	0,008	8,09
P.ARC	15,6	370,0	3,7	43	7,7	168,6	213,6	0,005	3,56
P.SOL	14,9	352,2	5,0	120	7,9	165,2	194,0	0,005	5,42
U.CER	18,5	190,5	3,3	43	8,9	88,5	118,5	0,005	7,93
TEST	16,3	119,5	54,2	140	7,8	60,4	71,1	0,033	4,62
LMP	Cond. naturales +3 Máxima 20	N.E	N.E	N.E	6,5 - 9	N.E	N.E	0,006	No menor al 80% y no menor a 6 mg/l

### 3.2 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS

La Tabla 14 indica los valores promedios de las variables meteorológicas interpoladas para cada hábitat durante el período de monitoreo, a excepción de la precipitación que se registró mediante colectores de lluvia instalados en cada uno de los hábitats artificiales así como en el hábitat natural.

Tabla 14: Variables meteorológicas promediadas para el periodo septiembre - noviembre de 2017

	Ubicación	Identificación	Precipitación (mm)	Presión Atmosférica (hPa)	Humedad Relativa (%)	Temperatura (°C)	Radiación Solar (W/m <sup>2</sup> )
1	Parque el Paraíso	PAR1	1,80	747,83	70,60	14,86	377,91
2	Parque el Paraíso, caminera	PAR2	1,14	748,10	70,21	14,93	379,36
3	Sector Circo Social, cancha	CIRC1	1,55	746,75	73,02	14,47	366,01
4	Sector Circo Social, parqueadero	CIRC2	1,46	747,32	72,86	14,51	366,47
5	Sector Circo Social, quebrada	CIRC3	1,50	748,36	72,58	14,59	367,00
6	Quinta Lucrecia	QUINT	1,79	750,90	71,62	14,81	368,13
7	Sector Puente del Arco	P.ARC	1,82	748,40	71,97	14,66	365,86
8	Sector Puertas del Sol	P.SOL	1,64	743,29	72,26	14,36	353,45
9	Sector Urbanización los Cerezos	U.CER	1,74	741,02	73,26	14,08	344,00
10	San miguel de Paccha (Testigo)	TEST	2,21	744,95	70,72	14,82	397,14

Nota: Elaborado por: (Autor, 2018)

Analizando los resultados de precipitación, se observó que el mayor promedio de precipitación fue de 2,21mm registrado en el hábitat natural; con respecto a los hábitats artificiales la mayor precipitación se registró en P.ARC de 1,82mm, mientras que PAR2 registró el menor promedio con 1,14mm. Se observó que en el mes de Octubre las

precipitaciones aumentan en todos los hábitats artificiales, tendiendo a disminuir hacia el mes Noviembre, esto se correlaciona con los datos de precipitación de la ciudad de Cuenca (Figura 31).

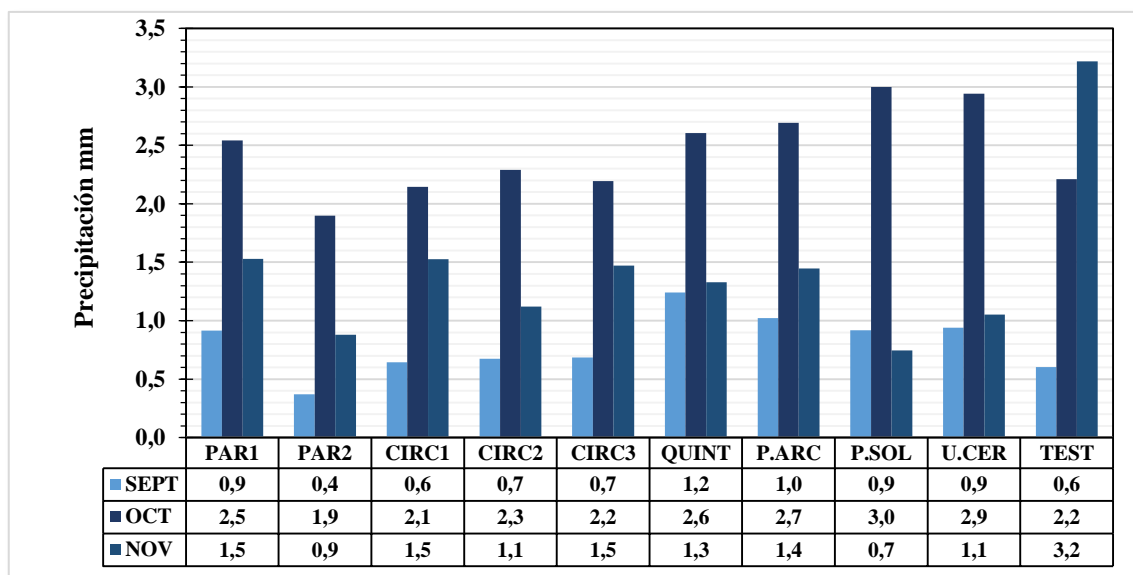


Figura 31: Variación de la precipitación en los hábitats (septiembre - noviembre de 2017)

Fuente: (Autor, 2018)

Con respecto al análisis de la temperatura ambiente, la mayor temperatura se registró en los hábitats PAR1 (14,86 °C), PAR2 (14,93 °C) y QUINT (14,81 °C), por el contrario los hábitats P.SOL y U.CER presentaron los menores promedios de 14,36 y 14,08 °C respectivamente. La diferencia de temperatura entre los hábitats artificiales se puede atribuir a su ubicación, observándose que los hábitats más cercanos al centro de la ciudad responden a procesos de formación de islas de calor. Las variaciones de temperatura en los hábitats artificiales, corresponden con los datos registrados en la ciudad de Cuenca, observándose condiciones frías en el mes de Septiembre, mientras que en los meses de Octubre y Noviembre la temperatura ambiente aumenta (Figura 32).

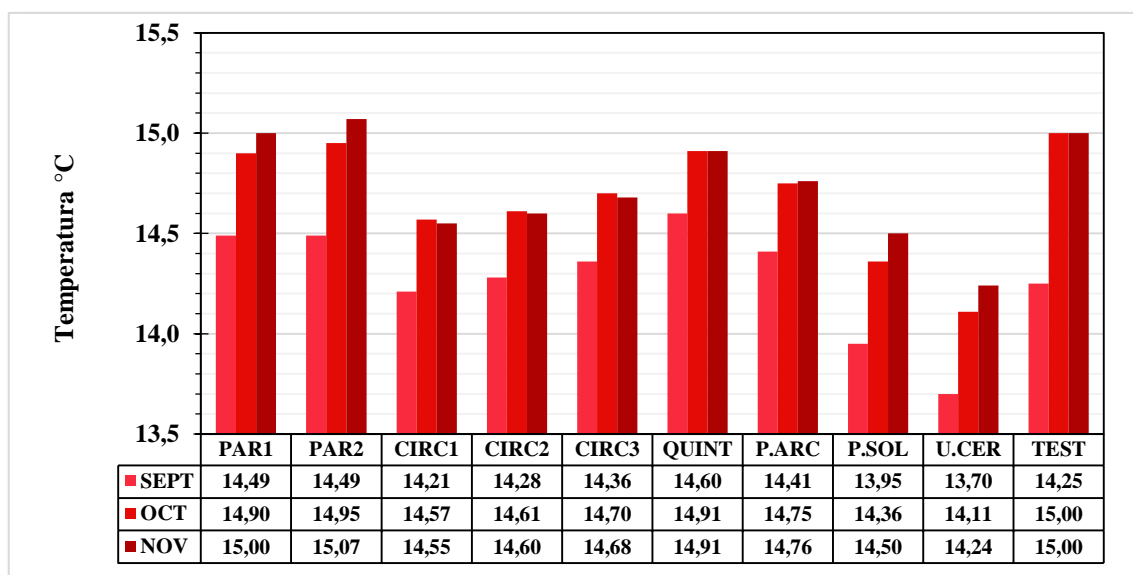


Figura 32: Variación de la temperatura ambiente en los hábitats (septiembre - noviembre de 2017)  
Fuente: (Autor, 2018)

En el análisis de la humedad relativa, se observó que los hábitats ubicados en el Parque Paraíso tuvieron la menor humedad con un promedio de 70,4%, por el contrario el promedio más alto se registró en el hábitat U.CER con 73,6%. Debido a la relación negativa que guarda la humedad con la temperatura ambiente, los hábitats que registraron una mayor temperatura, coincidieron con los hábitats de menor promedio de humedad. En general la humedad registrada en los hábitats aumenta en el mes de Octubre, sin embargo, tiende a disminuir en el mes de Noviembre. Con respecto al hábitat natural (TEST), por ubicarse en zonas altas, está influenciada por la radiación solar directa que altera la temperatura reduciendo la humedad relativa (Figura 33).

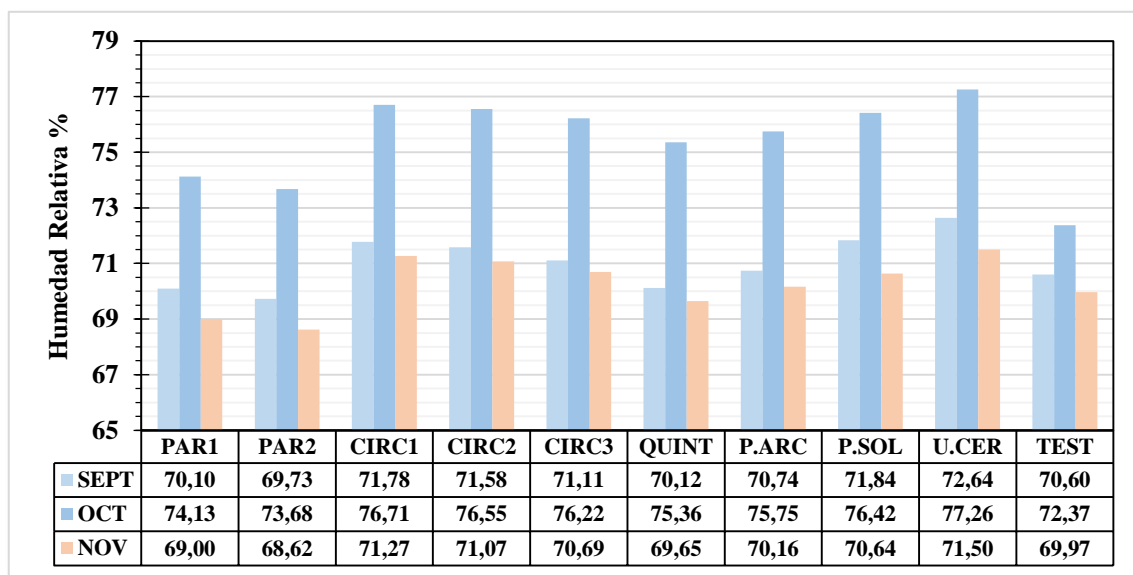


Figura 33: Variación de la humedad relativa en los hábitats (septiembre - noviembre de 2017)  
Fuente: (Autor, 2018)

Con respecto al análisis de la presión atmosférica, se observó que el mayor promedio de presión fue de 750,9 hPa registrado en el hábitat QUINT, mientras que U.CER fue el hábitat con el menor promedio de 741,02 hPa. Así también, se puede apreciar que la presión atmosférica disminuyó en todos los hábitats durante el periodo de monitoreo con un gradiente de 1hPa aproximadamente. Esta variable tiene relación con la temperatura ambiente, por lo que se apreció que los hábitats con temperaturas mayores, registraron mayor presión atmosférica (Figura 34)

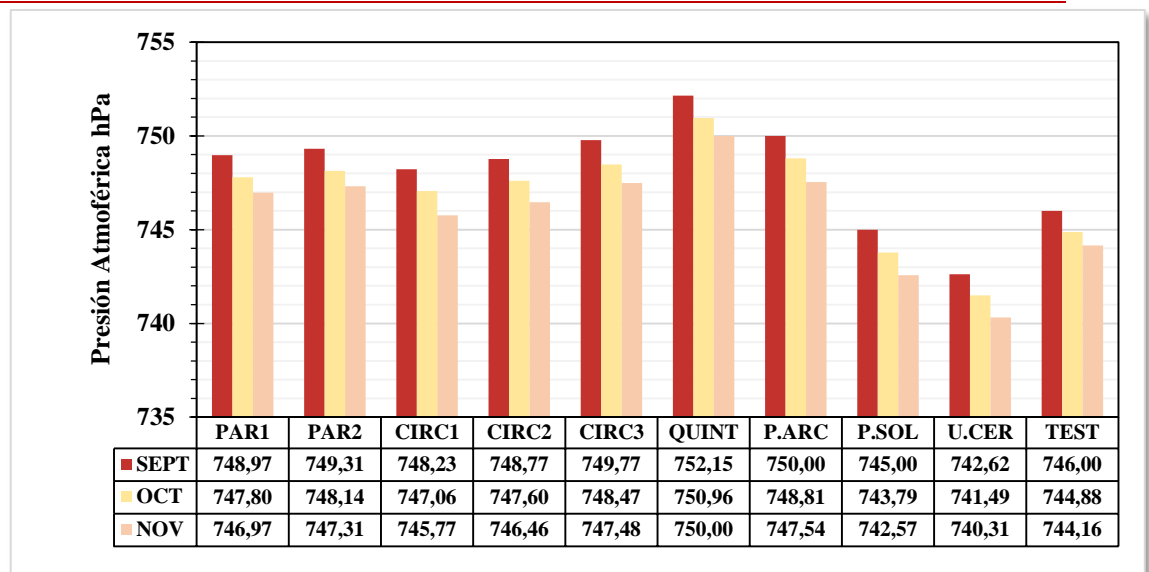


Figura 34: Variación de la presión atmosférica en los hábitats (septiembre - noviembre de 2017)  
Fuente: (Autor, 2018)

La radiación solar presentó variaciones significativas en los hábitats, aumentando durante los tres meses de monitoreo. En los hábitats artificiales, se observó que los ubicados en el Parque Paraíso presentaron los mayores valores de radiación, con un promedio de  $378,65 \text{ W/m}^2$ , mientras que el hábitat U.CER registró el menor promedio con  $353,45 \text{ W/m}^2$ . Los valores registrados de radiación solar tienden a aumentar hacia la zona central de la ciudad, observándose mayores promedios en los hábitats PAR1, PAR2 y QUINT. Por el contrario, el hábitat natural utilizado como testigo presentó los mayores valores de radiación, con un promedio de  $397,14 \text{ W/m}^2$ , esto se atribuye a su ubicación en una zona más alta a comparación de los hábitats urbanos (Figura 35).

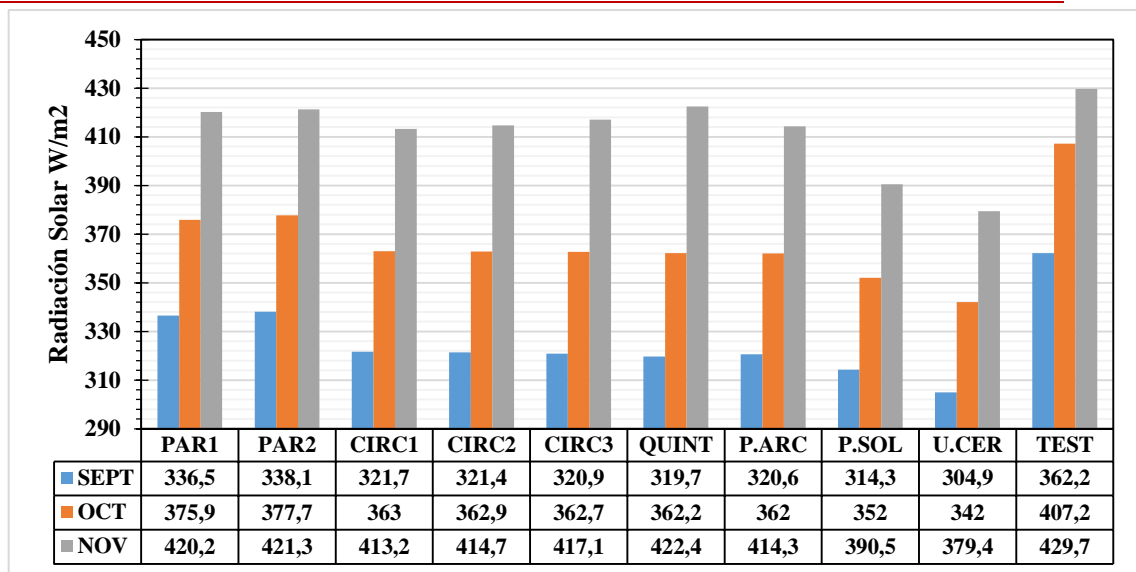


Figura 35: Variación de la radiación solar en los hábitats (septiembre - noviembre de 2017)

Fuente: (Autor, 2018)

### 3.3 ANÁLISIS DE LA COBERTURA VEGETAL

Tabla 15: Clasificación de los valores de NDVI para los hábitats

Nº	Ubicación	Identificación	NDVI	Clasificación
1	Parque El Paraíso	PAR1	0,45	Vegetación alta
2	Parque El Paraíso junto a caminera	PAR2	0,50	Vegetación alta
3	Sector Circo Social junto a canchas	CIRC1	0,40	Vegetación media
4	Sector Circo Social junto a parqueadero	CIRC2	0,30	Vegetación media



5	Sector Circo Social junto a quebrada	CIRC3	0,45	Vegetación alta
6	Sector Quinta Lucrecia	QUINT	0,30	Vegetación media
7	Sector Puente del Arco	P.ARC	0,35	Vegetación media
8	Sector Puertas del Sol	P.SOL	0,50	Vegetación alta
9	Sector Urbanización Los Cerezos	U.CER	0,40	Vegetación media
10	San Miguel de Paccha (Testigo)	TEST	0,40	Vegetación media

**Nota.** Elaborado por: (Autor, 2018)

De acuerdo al Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (Tabla 15) (Anexo 11), se observó que la cobertura vegetal generalmente es densa con una clasificación entre vegetación media y alta según los valores propuestos por Merg *et al.*, (2011). Se registró que las zonas donde están ubicados los hábitats CIRC2 y QUINT presentaron un bajo índice de 0,3 clasificada como vegetación media, mientras que el hábitat PAR2 tiene un índice de 0,5 clasificada como vegetación alta.

### 3.4 VARIACIÓN DE LA ABUNDANCIA DE LA RANA MARSUPIAL

En los nueve hábitats correspondientes a la zona urbana, se encontraron un total de 97 individuos entre larvas y adultos, es importante mencionar que por medio de la Comisión de Gestión Ambiental (CGA) se garantizó que la especie ubicada en los hábitats artificiales se tratase de la Rana Marsupial del Azuay (*Gastrotheca sp*), a más de la revisión bibliográfica revisada para la identificación de esta especie. Por el contrario en el hábitat natural se encontraron un total de 143 individuos, pero a falta de un

monitoreo biológico no se pudo garantizar que la totalidad de individuos censados se tratasen de la especie *Gastrotheca sp.*, escuchándose sola en una ocasión su vocalización.

En la Tabla 16 se presenta la abundancia de esta especie promediada para el período de monitoreo, incluyendo la abundancia en el hábitat natural. No se registraron individuos adultos por encuentros visuales debido a que esta especie tiende a ser más activa en la noche. No obstante, mediante sus vocalizaciones se pudieron identificar adultos en la mayoría de los hábitats aunque en un número muy reducido. Los días en que se registró su vocalización fueron en los días con presencia de lluvia o hasta dos días después.

En los hábitats CIRC2 y P.ARC no se registró la presencia de larvas durante todo el período de monitoreo, mientras que QUINT y P.SOL registraron los menores promedios de abundancia entre larvas y adultos. Es importante mencionar que los hábitats CIRC2, P.ARC y QUINT coinciden con el índice de vegetación más bajo, pero con presencia notable de vegetación acuática. Por el contrario, se observó que CIRC3 presenta el mayor promedio de larvas con un promedio de 24 individuos, este hábitat a comparación de las demás presentó las mejores condiciones; sin embargo no se registraron adultos.

**Tabla 16:** Monitoreo de anfibios

Nº	UBICACIÓN	PROMEDIO TOTAL		
		Renacuajos	Ind. Observados	Ind. Escuchados
1	Parque El Paraíso	15	0	6
2	Parque El Paraíso junto a caminera	13	0	0

3	Sector Circo Social junto a canchas	9	0	1
4	Sector Circo Social junto a parqueadero	0	0	1
5	Sector Circo Social junto a quebrada	24	0	0
6	Sector Quinta Lucrecia	2	0	0
7	Sector Puente del Arco	0	0	0
8	Sector Puertas del Sol	6	0	0
9	Sector Urbanización Los Cerezos	17	0	1
10	San Miguel de Paccha (Testigo)	142	0	1

**Nota.** Elaborado por: (Autor, 2018).

### 3.5 CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES AMBIENTALES Y LA ABUNDANCIA DE LA *GASTROTHECA SP*

Para determinar la relación entre las variables ambientales (parámetros fisicoquímicos, variables ambientales y cobertura vegetal) con la abundancia de la especie *Gastrotheca sp*, se realizó el análisis de componentes principales (ACP) utilizando la matriz de correlaciones bivariadas generadas por las variables de interés con la finalidad de obtener los componentes o factores, permitiendo una mejor interpretación de la relación entre las variables estudiadas. En este sentido se realizaron dos ACP, es importante mencionar que para el análisis se descartó el hábitat natural ya que a falta de un monitoreo biológico no se tiene certeza que todos los individuos presentes en esta se tratasen de la especie de interés.

Para la validación de esta técnica se utilizaron dos indicadores del grado de asociación entre variables como son el test de esfericidad de Barlett y la prueba de KMO (Kaiser, Meyer y Olkin). El test de Barlett contrasta la hipótesis nula de que la matriz de correlación es igual a la matriz de identidad, ya que si esto se cumple las intercorrelaciones entre variables son cero. Con respecto a la prueba KMO, esta

compara los valores de las correlaciones entre las variables y sus correlaciones parciales, varía entre 0 y 1, si  $KMO \geq 0,75$  indica que debe utilizarse el ACP, si  $0,75 > KMO \geq 0,5$  el ACP es aceptable, valores por debajo de 0,5 el ACP no será relevante (Catena *et al.*, 2007). Es así que para el primer ACP se descartó los parámetros de turbidez y color, en el segundo ACP se descartó la presión atmosférica.

### 3.5.1 Primer análisis de componentes principales

El primer análisis se realizó de acuerdo al criterio de abundancia de la especie *Gastrotheca sp* registrada en los hábitats artificiales con respecto a los valores promedio de los parámetros fisicoquímicos determinados en el período de monitoreo: temperatura del agua, conductividad, pH, alcalinidad, dureza, nitritos y oxígeno disuelto.

Tabla 17: Prueba KMO y Barlett, primer ACP

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo			<b>,570</b>
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado		<b>72,384</b>
	gl		<b>28</b>
	Sig.		<b>,000</b>

**Nota.** Elaborado por: (Autor, 2018).

La Tabla 17 muestra los indicadores del grado de asociación entre las variables, se observa que la prueba de Kaiser – Meyer – Olkin (KMO) presentó un valor de 0,570, indicando que el tamaño de la muestra conformado por los parámetros fisicoquímicos y la abundancia de la especie *Gastrotheca sp*, fue aceptable para realizar el análisis de componente principales. Así también, la prueba de esfericidad de Bartlett resultó significativa ( $P=0,000$ ), indicando que si existen relaciones significativas entre las variables analizadas.

Tabla 18: Varianza total explicada, primer ACP

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	% de		acumulado	% de		acumulado	% de		acumulado
	Total	varianza		Total	varianza		Total	varianza	
1	5,061	63,265	63,265	5,061	63,265	63,265	3,111	38,892	38,892

2	1,814	22,677	85,942	1,814	22,677	85,942	2,709	33,861	72,753
3	,634	7,927	93,869	,634	7,927	93,869	1,689	21,116	93,869
4	,336	4,194	98,063						
5	,099	1,241	99,304						
6	,046	,580	99,883						
7	,008	,099	99,982						
8	,001	,018	100,000						

Método de extracción: análisis de componentes principales.

**Nota.** Elaborado por: (Autor, 2018).

La Tabla 18 indica que a partir de las variables originales (parámetros fisicoquímicos y abundancia), se determinaron tres factores o componentes principales que recogen el 93,86% de la varianza de las variables originales, permitiendo una mejor interpretación de la relación entre las variables fisicoquímicas y la abundancia de la especie *Gastrotheca sp.*

En la Tabla 19 se indica los tres componentes obtenido a partir de las variables originales.

*Tabla 19: Matriz de componentes rotados, primer ACP*

	Componente		
	1	2	3
Alcalinidad mg/L CaCO <sub>3</sub>	<b>,954</b>	-,285	
Dureza Total mg/L CaCO <sub>3</sub>	<b>,900</b>	-,415	
Conductividad µS/cm	<b>,792</b>	-,578	
pH	-,352	<b>,892</b>	
Oxígeno Disuelto mg/L	-,207	<b>,808</b>	,500
Temperatura del agua °C	-,489	<b>,777</b>	
Nitritos mg/L	-,256	,234	<b>,917</b>
Abundancia	<b>-,542</b>	,123	<b>-,767</b>

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.<sup>a</sup>

a. La rotación ha convergido en 4 iteraciones.

**Nota.** Elaborado por: (Autor, 2018).

## ❖ Componente 1

En el primer componente se observó que la abundancia de la *Gastrotheca sp* esta correlacionada débilmente con los parámetros alcalinidad, dureza y conductividad, lo que indica que esta especie tiene más probabilidades de encontrarse en los hábitats que presentaron menores niveles de los parámetros mencionados.

### ❖ Componente 2

El segundo componente indicó una relación de pH, oxígeno disuelto y temperatura del agua, sin presentarse una correlación con la abundancia de la *Gastrotheca sp*, indicando que estos parámetros no influyen en la presencia de esta especie en los hábitats artificiales.

### ❖ Componente 3

Con respecto al tercer componente, se observó una correlación significativa entre la abundancia de la *Gastrotheca sp* y nitritos (Figura 36), lo que indica que los nitritos fue el parámetro que más influyó en la presencia de los anfibios en los hábitats artificiales, de tal manera que esta especie tiende a desaparecer en concentraciones mayores de este parámetro (Figura 37).

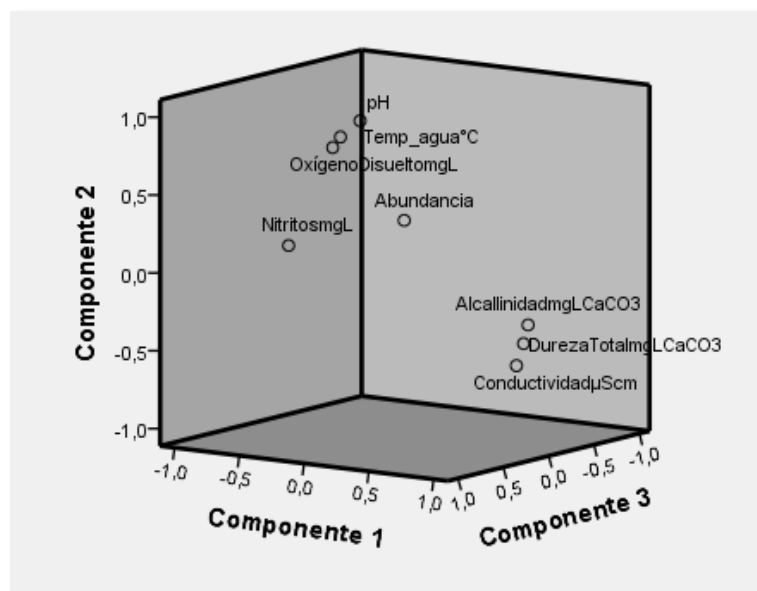


Figura 36: Gráfica de componentes en espacio rotado, primer ACP  
Fuente: (Autor, 2018)

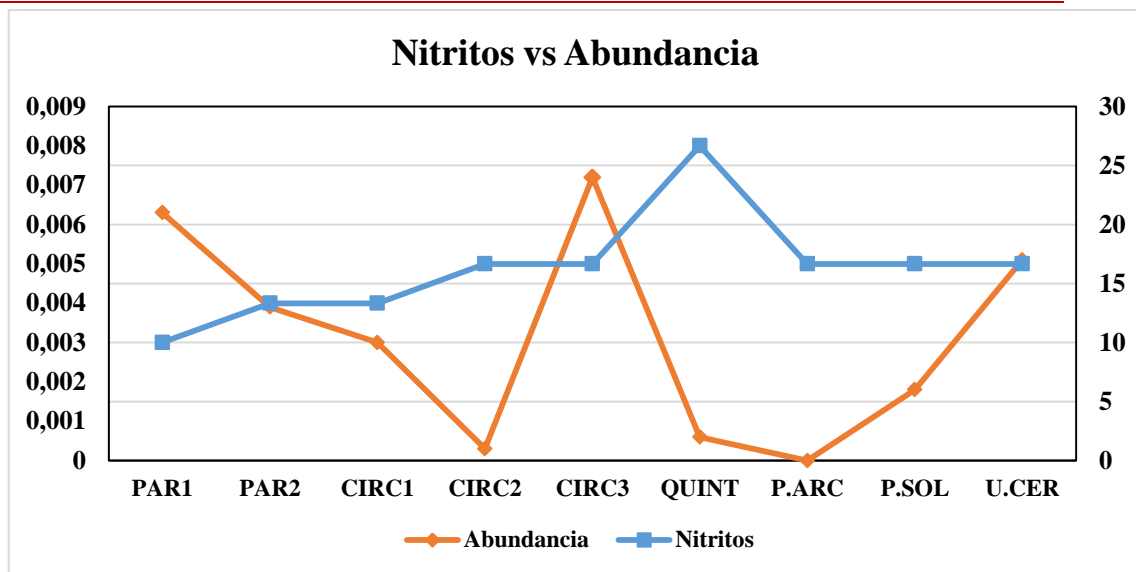


Figura 37: Correlación negativa entre nitritos y la *Gastrotheca sp*  
Fuente: (Autor, 2018)

### 3.5.2 Segundo análisis de componentes principales

El segundo análisis se realizó de acuerdo al criterio de abundancia de la especie *Gastrotheca sp* registrada en los hábitats artificiales con respecto a los valores promedio de las variables meteorológicas y cobertura vegetal determinados en el período de monitoreo: precipitación, temperatura ambiente, humedad relativa, radiación solar e índice de vegetación (NDVI).

Tabla 20: Prueba KMO y Barlett, segundo ACP

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		<b>,519</b>
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado gl	<b>28,450</b>
	Sig.	<b>,019</b>

**Nota.** Elaborado por: (Autor, 2018).

La Tabla 20 muestra los indicadores del grado de asociación entre las variables, se observa que la prueba de Kaiser – Meyer – Olkin (KMO) presentó un valor de 0,519, indicando que el tamaño de la muestra conformado por las variables meteorológicas, cobertura vegetal y la abundancia de la especie *Gastrotheca sp.*, fue aceptable para realizar el análisis de componente principales. Así también, la prueba de esfericidad de Bartlett resultó significativa ( $P=0,019$ ), indicando que si existen relaciones significativas entre las variables analizadas.

Tabla 21: Varianza total explicada, segundo ACP

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de	%	Total	% de	%	Total	% de	%
	varianza	acumulado		varianza	acumulado		varianza	acumulado	
1	2,937	48,946	48,946	2,937	48,946	48,946	2,705	45,077	45,077
2	1,656	27,604	76,550	1,656	27,604	76,550	1,629	27,156	72,234
3	,827	13,780	90,330	,827	13,780	90,330	1,086	18,097	90,330
4	,451	7,515	97,845						
5	,109	1,812	99,657						
6	,021	,343	100,000						

Método de extracción: análisis de componentes principales.

**Nota.** Elaborado por: (Autor, 2018).

La Tabla 21 indica que a partir de las variables originales (variables meteorológicas, cobertura vegetal y abundancia), se determinaron tres factores o componentes principales que recogen el 90,33% de la varianza de las variables originales, permitiendo una mejor interpretación de la relación entre las variables meteorológicas, cobertura vegetal y la abundancia de la especie *Gastrotheca sp.*



En la Tabla 22 se indica los tres componentes obtenido a partir de las variables originales.

Tabla 22: Matriz de componentes rotados

	Componente		
	1	2	3
Temperatura ambiente °C	<b>,987</b>		
Radiación Solar W/m2	<b>,932</b>		-,215
Humedad Relativa %	<b>-,908</b>	-,241	
Abundancia		<b>,904</b>	
NDVI		<b>,853</b>	-,312
Precipitación mm	-,167	-,149	<b>,966</b>

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.<sup>a</sup>

a. La rotación ha convergido en 4 iteraciones.

**Nota.** Elaborado por: (Autor, 2018).

### ❖ Componente 1

En el primer componente se observa que las variables temperatura ambiente y radiación solar presentaron una relación negativa con la humedad relativa. No obstante, con respecto a la abundancia de la *Gastrotheca sp*, se evidencia que estas variables no influyeron en la adaptación de los anfibios en los hábitats artificiales.

### ❖ Componente 2

Por el contrario, el segundo componente indica una relación significativa entre la abundancia de la especie *Gastrotheca sp* y la cobertura vegetal (Figura 38), indicando que los anfibios se adaptaron mejor en los hábitats que están ubicados en áreas con altos índices de vegetación (Figura 39).

### ❖ Componente 3

Finalmente el tercer componente indica que la precipitación no influyó en la abundancia de la especie *Gastrotheca sp*, indicando que esta variable no guarda relación con la presencia de esta especie en los hábitats artificiales.

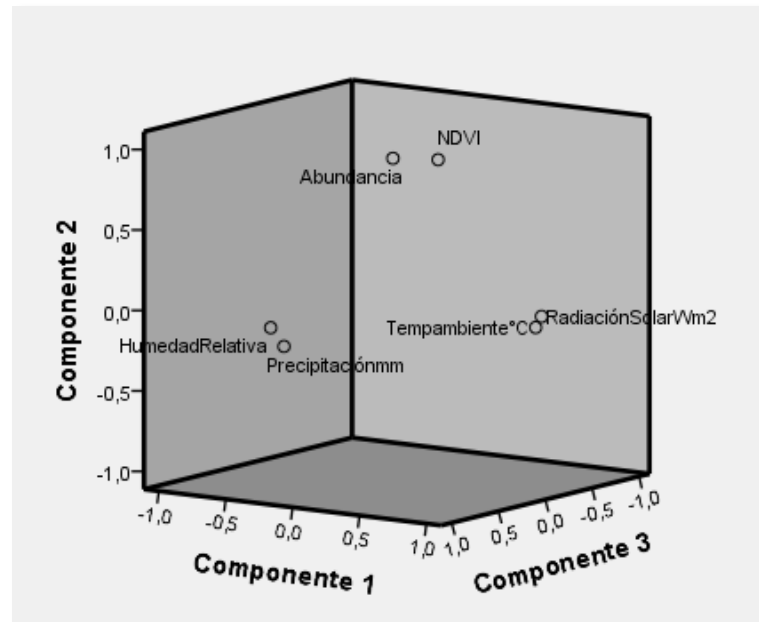


Figura 38: Gráfica de componentes en espacio rotado, segundo ACP  
Fuente: (Autor, 2018)

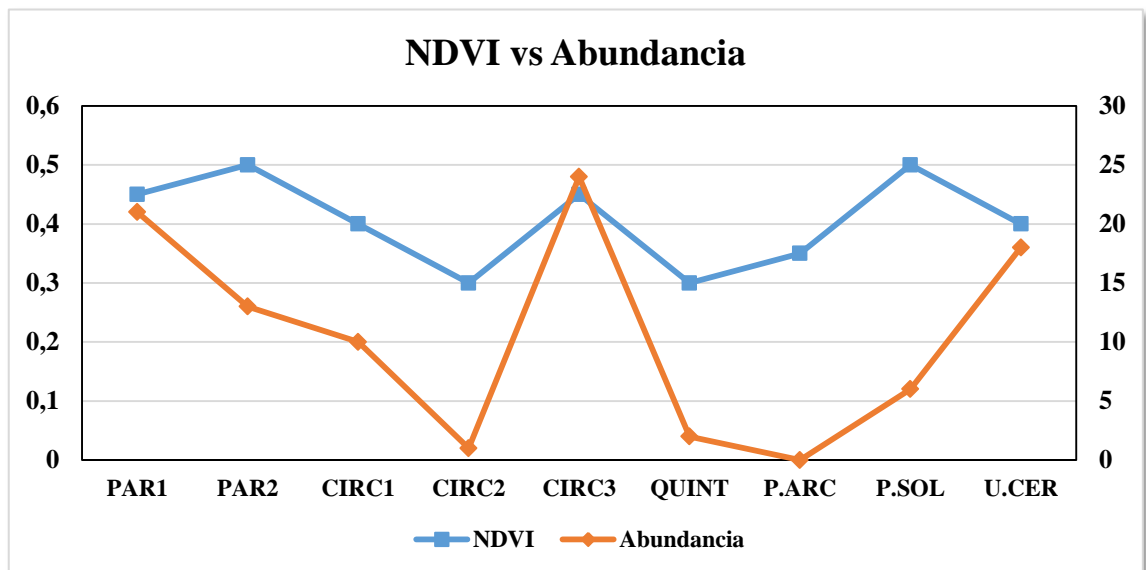


Figura 39: Correlación positiva entre la cobertura vegetal y la *Gastrotheca sp*  
Fuente: (Autor, 2018)

## CAPÍTULO 4

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### CONCLUSIONES

La caracterización del hábitat es una herramienta que nos permite conocer las variaciones espaciales y temporales de las características ambientales que componen cada uno de los hábitats construidos para el rescate de anfibios, permitiendo identificar su situación actual y cómo influye en la presencia de las especies de anfibios. Así mismo, constituye una valiosa fuente de información para las entidades públicas como la Comisión de Gestión Ambiental (CGA), entidad que maneja diversos proyectos en miras de la conservación ambiental, con la finalidad de mantener el equilibrio de la biodiversidad en la ciudad de Cuenca dentro de un contexto urbano.

En este sentido, en el presente estudio se desarrolló una metodología que permitió determinar la adaptabilidad de los anfibios (*Gastrotheca sp*) en los hábitats artificiales construidos en la zona urbana de la ciudad de Cuenca, con el objetivo de identificar que variables ambientales se correlacionan con la adaptación de la rana *Gastrotheca sp*, los resultados registrados y analizados de este estudio proporcionan información para futuros estudios y proyectos dentro del Programa para la Conservación de la Biodiversidad Urbana de Cuenca ejecutado por la Comisión de Gestión Ambiental.

El análisis fisicoquímico del agua de los hábitats artificiales, determinó promedios altos y bajos de los parámetros fisicoquímicos. En general, los hábitats registraron un promedio de 7,95 unidades de pH, observándose una variación significativa en el hábitat U.CER con un pH promedio de 8,88 unidades; con respecto a la temperatura del agua, se registró un promedio general de 16,3 °C, con mayores valores en los hábitat expuestos a la radiación solar; en el caso del oxígeno disuelto, este parámetro varió significativamente en cada uno de los hábitats, con un mínimo de 1,01 y un máximo de 8,11 mg/L; así también, se registró un promedio de 0,005 mg/L de nitritos, con un mínimo de 0,003 y máximo de 0,008 mg/L.

Según los criterios de calidad de agua para preservar la vida acuática en aguas dulces establecidos por el TULSMA, se evidenció que los parámetros de temperatura de agua y pH registrados en los hábitat artificiales se encontraron dentro de límites establecidos. Por el contrario, los valores registrados de oxígeno disuelto del agua de la mayoría de los hábitats, no se hallaron dentro de los límites establecidos por la legislación a excepción de los hábitats QUINT y U.CER; mientras que el parámetro nitritos sobrepasa los límites establecidos en el hábitat QUINT.

Con respecto a los parámetros de turbidez, color, conductividad, dureza y alcalinidad, la legislación ambiental del Ecuador no especifica límites permisibles para la preservación de la vida acuática en agua dulce. Observándose un promedio general de turbidez y color de 3,48 NTU y 60 UCP respectivamente; con respecto a la conductividad, se registró que los hábitats artificiales manejan rangos entre 190,5 y 370  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; para la dureza se registró rangos entre 88,5 y 168,6  $\text{mg}/\text{L CaCO}_3$ ; los rangos de la alcalinidad estuvieron entre 117,2 y 213,6  $\text{mg}/\text{L CaCO}_3$ .

Por el contrario, el análisis de los parámetros del agua en el hábitat utilizado como testigo, presentó promedios de temperatura, pH y oxígeno disuelto similares a los registrados en los hábitats artificiales, con un pH promedio de 7,8 unidades, 16,3 °C de temperatura y oxígeno disuelto de 4,62  $\text{mg}/\text{L}$ . No obstante, los promedios registrados de turbidez y color fueron altos para este hábitat natural con 54,18 NTU y 140 UCP respectivamente, la conductividad registrada fue baja a comparación de lo hábitat urbanos con 119,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , lo que se relacionada con los promedios bajos de dureza y alcalinidad registrados en este hábitat con 60,4  $\text{mg}/\text{L CaCO}_3$  y 71,1  $\text{mg}/\text{L CaCO}_3$  respectivamente. Con respecto al análisis de nitritos, se registró un promedio alto a comparación de los hábitats artificiales de 0,033  $\text{mg}/\text{L}$ , lo que se atribuye a la presencia de estiércol en los dos últimos muestreos alterando significativamente el promedio general.

El análisis de las condiciones meteorológicas de los hábitats en general presentó cambios en el transcurso del monitoreo. La variación de la precipitación fue similar al que se registra en la ciudad de Cuenca, con eventos de precipitación constantes en el mes de octubre, disminuyendo para el mes de noviembre, los hábitats que están a la sombra presentaron los menores promedios de lluvia. La humedad relativa se relacionó

de forma negativa con la temperatura y radiación solar, se registró promedios bajos de humedad

en aquellos hábitats con valores altos de temperatura y radiación, así mismo, los hábitats ubicados en el Parque Paraíso y orillas del río Yanuncay registraron promedios altos de temperatura y radiación, pues al encontrarse más cerca de la ciudad son influenciados por la isla de calor generada por la ciudad de Cuenca.

Referente al análisis de la cobertura vegetal, se determinó que en general los hábitats están ubicadas en áreas con vegetación media y alta con un índice de vegetación promedio de 0,40 clasificada como vegetación media. Los hábitats que presentaron un menor índice de vegetación se encuentran en suelos generalmente desnudos con poca vegetación.

Mediante el análisis de componentes principales, se evidenció que el parámetro de nitritos y cobertura vegetal presentaron una correlación alta con la abundancia de la especie *Gastrotheca sp*, influyendo significativamente en la adaptación de esta especie en los hábitats construidos para su conservación.

Se registró que ante un aumento en la concentración de nitritos la presencia de anfibios disminuye. El incremento en la concentración de nitritos se puede atribuir al aumento de la presencia de algas y plantas acuáticas como los lechuguines en los hábitats, que incrementan la cantidad de nutrientes como los nitritos, así como por procesos de escorrentía e infiltraciones. Marco (2002), en su artículo Contaminación Global por Nitrógeno y Declive de Anfibios, expone que las orillas de los cuerpos de agua tienden a acumular contenidos altos de materia orgánica incrementando la concentración de nitritos, lo que genera inhibición en la alimentación de las larvas, así como dificultad para nadar, genera parálisis y eventualmente la muerte, estos efectos se incrementan a largo plazo. Así mismo, Camargo & Alonso (2007), consideran a los nitritos el principal responsable de la toxicidad en la vida acuática, afectando la capacidad de transportar y liberar oxígeno provocando asfixia y muerte.

Por el contrario, se evidenció que la presencia de anfibios tiende a aumentar en los hábitats que registraron un índice de vegetación alto. La cobertura vegetal nativa aporta con nutrientes para los anfibios, mantiene estables la temperatura ambiente y humedad

beneficiando la supervivencia de los anfibios, así también, inhibe la exposición directa a la radiación solar. Estos resultados coinciden con el estudio de Gonzáles (2011), sobre Preferencia de Hábitat y Diversidad Morfológica de las Ranas Marsupiales, resaltando la

importancia de mantener una amplia cobertura vegetal para la conservación y sobrevivencia de anfibios.

Es importante mencionar que los parámetros conductividad, dureza y alcalinidad del agua presentaron una correlación débil con la abundancia de la *Gastrotheca sp*, indicando que el aumento de estos parámetros podría influir en la presencia de esta especie en los hábitats artificiales. Así también, la conductividad, dureza y alcalinidad fue mayor en los hábitats con abundante vegetación acuática como lechuguines y algas, si bien los anfibios obtienen nutrientes y refugio de este tipo de vegetación, un aumento descontrolado causaría un desequilibrio en el hábitat, afectando a los parámetros fisicoquímicos del agua e influir en el desarrollo de los anfibios en su etapa larvaria. Este hecho se evidenció en el hábitat natural, ya que no se registró la presencia de lechuguines y la población de larvas fue alta a comparación de los hábitats artificiales.

En general se puede decir que la especie *Gastrotheca sp* se ha adaptado mejor en los hábitats PAR1 y PAR2 ubicados en el Parque Paraíso; CIRC1 y CIRC2 ubicados a orillas del río Tarqui en el sector Circo Social y en el hábitat U.CER ubicado a orillas del río Tomebamba en sector Puertas del Sol.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda llevar un registro y control de la vegetación acuática como los lechuguines en los hábitats artificiales, pues su proliferación descontrolada estaría causando un desequilibrio en estos hábitats afectando el desarrollo de los anfibios en su etapa larvaria.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, se recomienda por medio de nuevos estudios establecer criterios de calidad de agua específicos para las Ranas Marsupiales, resulta importante llevar un control del oxígeno disuelto del agua de los hábitats, en especial en los meses con escasos eventos de lluvia, así también, se recomienda que en estos meses se bombee agua desde los ríos.

Por medio de los índices de vegetación obtenidos en este estudio, se recomienda para futuros proyectos relacionados con la conservación de nuevas especies de anfibios, analizar la cobertura vegetal nativa, pues esta variable mantiene estables las condiciones ambientales, además de formar una barrera contra la radiación solar. Así también, en este estudio se evidenció que las ranas depositan las larvas en el agua de los hábitats y tienden a alejarse a hacia áreas cubiertas con vegetación.

Igualmente, resulta importante monitorear los niveles de ruido que se manejan en las ubicaciones de los hábitats, ya que esta variable podría influenciar en la presencia de las ranas en los hábitats artificiales.

Finalmente, es recomendable la ejecución de campañas de concientización a la personas que habitan cerca de estos hábitats, ya que se evidencia la presencia de desechos de basura y daños materiales. Dentro de este contexto, es necesario enriquecer el conocimiento de las personas sobre la vida y dinámica de los anfibios, pues se evidenció que el interés de la gente al visitar estos hábitats es observar a las ranas en su etapa adulta, mostrando poco interés con respecto a su etapa larvaria.



## BIBLIOGRAFÍA

- Abad, L., Mejía, D., León, P., Cárdenas, I., Pacheco, B., & Tonón, M. (2017). Calidad del Agua y Variables Ambientales en Hábitats para Anfibios Amenazados en la Zona Urbana de Cuenca Water Quality and Environmental Variables on Endangered Amphibious ' Habitats in Cuenca ' s City Urban Area. *Revista de La Facultad de Ciencias Químicas. Universidad de Cuenca*.
- Angulo, A. (2002). Anfibios y paradojas: perspectivas sobre la diversidad y las poblaciones de anfibios. *Ecología Aplicada, Universidad Nacional Agraria La Molina*, 1(diciembre, año/vol. 1, número 001), 105–109.
- Angulo, A., & Marca, E. La. (2006). *Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Anfibios de la Región Tropical Andina*. Bogotá, D.C. - Colombia.
- Apaza, C. J., & Saavedra, J. D. (2010). PARÁMETROS PARA EL ESTUDIO DE TELMATOBIUS EN RELACIÓN A SU HÁBITAT EN UN CONTEXTO URBANO. *Carrera de Ingeniería Ambiental, Universidad Católica Boliviana, Cochabamba-Bolivia*.
- Araque Jaramillo, W., & Argüello Salazar, A. (2015). Caracterización del proceso de internacionalización de las PyME ecuatorianas. *I Congreso Iberoamericano de Investigación Sobre MIPyME*, (Quito), 1–26. Retrieved from <http://mexico.corresponsables.com/actualidad/arranca-el-i-congreso-iberoamericano-de-voluntariado-corporativo-5>
- Arbeláez, E., Siavichay, F., Alvarado, D., Webster, D., & Cantos, C. (2013). Monitoreo y Reubicación De Los Anfibios Amenazados del Área Urbana De Cuenca Informe Final. *AMARU, Centro de Conservación de Anfibios*.
- Aznar Jiménez, A. (2000). Determinación de los parámetros fisico-químicos de calidad de las aguas. *Instituto Tecnológico de Química Y Materiales "Álvarado Alonso Barba". Universidad Carlos III. Avd. de La Universidad 30.28911-Leganes. Madrid*, 2(23), 12–19. Retrieved from <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>

- Barreto, P. (2009). Procedimiento de muestreo de agua superficial. *Laboratorio de Calidad Ambiental. Facultad de Ciencias Del Ambiente de La Universidad Nacional "Santiago Antunez de Mayolo,"* 1–9.
- Camargo, J. A., & Alonso, A. (2007). Contaminación por nitrógeno inorgánico en los ecosistemas acuáticos : problemas medioambientales , criterios de calidad del agua , e implicaciones del cambio climático. *Ecosistemas. Revista Científica Y Técnica de Ecología Y Medio Ambiente.,* 16(2), 98–110.
- Catena, A., Ramos, M. A., & Trujillo, H. M. (2007). Análisis factorial y de componentes principales. *Análisis Multivariado: Un Manual Para Investigadores. Ayundatía Estadística IV (2015), Sociología, Universidad de Chile.,* 1(4), 121–159.
- Closas, A., Arriola, E. A., Kuc Zening, C. I., Amarilla, M. R., & Jovanovich, E. C. (2013). Análisis multivariante, conceptos y aplicaciones en Psicología Educativa y Psicometría. *Enfoques: Revista de La Universidad Adventista Del Plata, ISSN 1514-6006, Vol. 25, N°. 1, 2013, Págs. 65-92, 25(1), 65–92.* Retrieved from file:///D:/Escritorio/Dialnet-AnalisisMultivarianteConceptosYAplicacionesEnPsico-5229555.pdf
- Cordero, P., Vanegas, S., & Hermida, M. A. (2015). La biodiversidad urbana como síntoma de una ciudad sostenible . Estudio de la zona del Yanuncay en Cuenca , Ecuador. *Proyecto "Modelos de Densificación Territorial Para Las Zonas Consolidadas de La Ciudad de Cuenca". Departamento de Espacio Y Población - Grupo Ciudades Sustentables. Facultad de Arquitectura, Universidad de Cuenca.,* 6(1).
- Delfín-Alfonso, C. A., Gallina-Tessaro, S. A., & López-González, C. A. (2014). El hábitat: definición, dimensiones y escalas de evaluación para la fauna silvestre. *Fauna Silvestre de México: Uso, Manejo Y Legislación,* 285–313. Retrieved from <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/717/cap13.pdf>

- González, H. (2011). Preferencia de hábitats y diversidad morfológica de las ranas marsupiales (*Gastrotheca* spp) en el área urbana del Cantón Cuenca, Provincia del Azuay. *Escuela de Biología Del Medio Ambiente, Universidad Del Azuay*.
- González, D. (2010). Ensamblaje de Anfibios y su Relación con Variables del Microhábitat en un Gradiente Potrero-Borde-Interior de Bosque en la Reserva Forestal San José en la Laguna Protectora y Productora de Pedro Palo (Tena, Cundinamarca). *Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Carrera de Biología, Bogota D.C.*
- Henao, L., & Bernal, M. (2011). Tolerancia Al Ph En Embriones Y Renacuajos De Cuatro Especies. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, XXXV(134), 105–110.
- Marco, A. (2002). Contaminación global por nitrógeno y declive de anfibios. *Estación Biológica de Doñana. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Apartado 1056, E-41080 Sevilla, España.*, 97–109.
- Mejia, D., Abad, L., & León, P. (2016). Proyecto de Monitoreo de la Calidad del Agua y Variables Ambientales en los Hábitats para los Anfibios Amenazados en la Zona Urbana de Cuenca. *Comisión de Gestión Ambiental (CGA), GAD Municipal Del Cantón Cuenca*.
- Merg, C., Petri, D., Bodoira, F., Nini, M., Fernández, M., Schmidt, F., ... Selzer, F. (2011). Mapas digitales regionales de lluvias, índice estandarizado de precipitación e índice verde. *Revista Pilquen, Sección Agronomía, 11*(Año XIII), 1–11. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3788351>
- Monasterio, P., Pierre, F., Barreto, T., Alejos, G., Maturet, W., & Tablante, J. (2008). El pluviómetro artesanal: una manera práctica de medir la precipitación. *Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones Del Estado de Yaracuy*.






- Montoya, J. (2016). Reconocimiento de la biodiversidade urbana para la planeación en contextos de crecimiento informal. *Pontificia Universidad Javeriana*.
- Pérez-Paredes, M. G., Sánchez-González, A., & Tejero-Díez, J. D. (2014). Estructura poblaciona y características del habitat de dos especies de Cyatheaceae del estado de Hidalgo, México. *Botanical Sciences*, 92(2), 259–271.
- Poole, V. a, & Grow, S. (2009). Guía para el Manejo de Anfibios en Cautiverio. *Association of Zoos and Aquariums*, 31.
- Roldán, G., (2003). Biondicación de la calidad del agua en Colombia, Uso del método BMWP/Col. Medellín. Editorial Universidad de Antioquia.
- Siavichay-Pesántez, F., Maldonado-Cedeño, G., & Mejía-Coronel, D. (2016). *Anfibios urbanos de Cuenca*. Cuenca - Ecuador.
- Wieckowski, K., Levin, R., & Heffez, A. (2003). Guía para el monitoreo de los anfibios del Parque Natural Metropolitano. Panamá. *Universidad McGill. Canadá*.

## ANEXOS

### *Anexo 1: Base de datos de las variables meteorológicas, UPS*

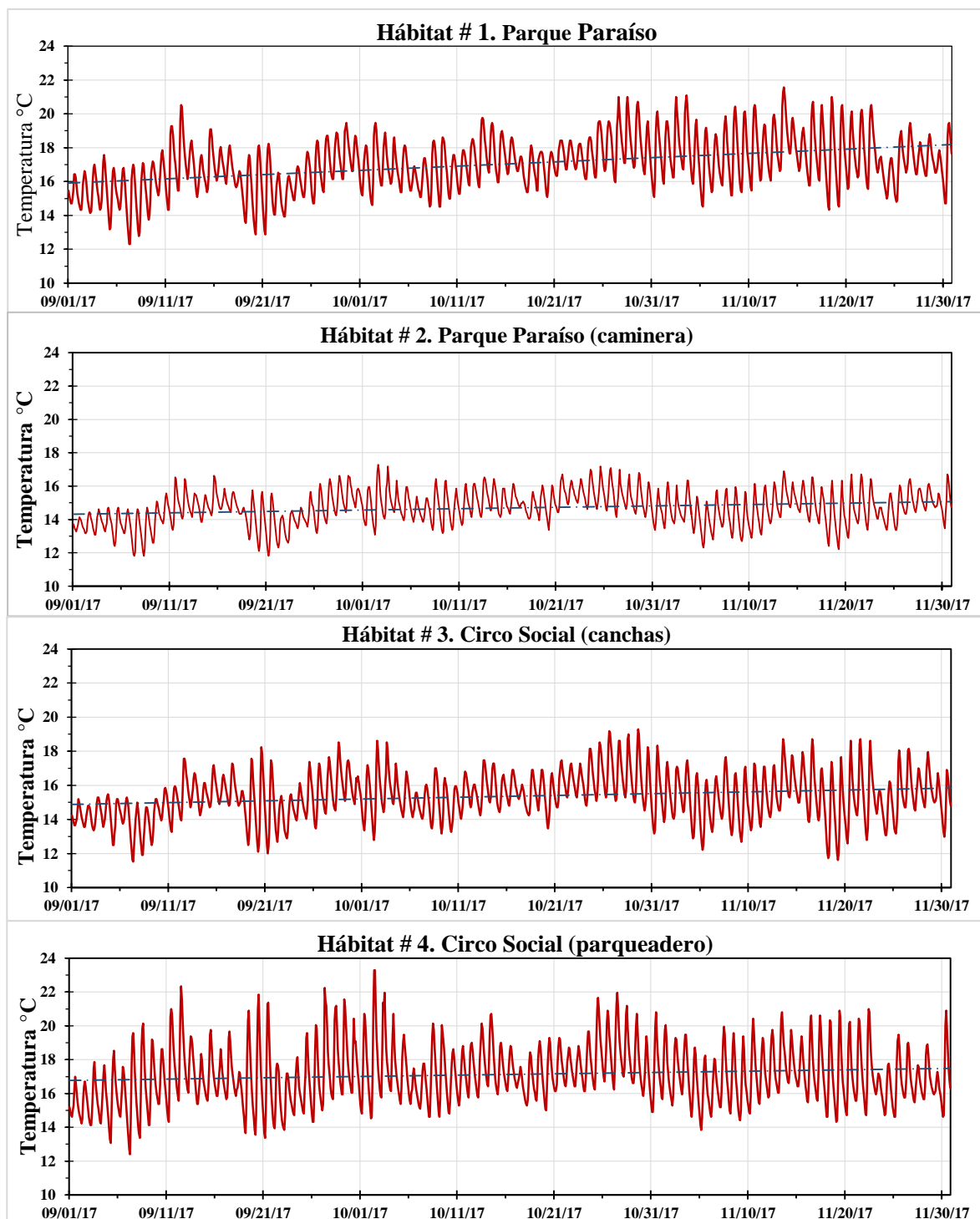
Id	Estaciones meteorológicas UPS	Latitud	Longitud	Altura	Presión atmosférica (hPa)	Humedad relativa (%)	Temperatura (°C)	Radiación solar (w/m <sup>2</sup> )
1	CTS-Yanuncay	2°54'57,11"S	79°0'58,71"O	2561	752,33	71,37	14,90	368,37
2	Cumbe	3°6'29,41"S	79°1'40,01"O	3179	698,90	83,87	10,50	344,27
3	Irquis	3°4'53,72"S	79°4'53,72"O	2665	743,10	83,13	12,13	365,93
4	Llacao	2°50'46,85"S	78°55'38,23"O	2542	753,70	73,50	14,90	366,50
5	Nulti	2°52'15,23"S	78°56'1,19"O	2623	747,03	60,17	17,37	555,17
6	Quingeo	3°1'57,00"S	78°56'21,12"O	2895	722,20	80,20	12,70	373,60
7	San Joaquín	2°53'10,10"S	79°4'16,34"O	2764	733,70	76,70	13,10	322,10
8	Santa Ana	2°57'55,66"S	78°55'48,23"O	2651	744,70	76,53	13,33	341,70
9	Sayausi	2°52'57,22"S	79°3'25,57"O	2727	738,00	74,93	13,63	326,27
10	Sinincay	2°50'43,96"S	78°59'59,72"O	2696	752,40	53,00	18,10	371,00
11	Tixan	2°49'58,52"S	78°59'37,88"O	2725	738,40	72,70	13,80	341,03
12	Turi	2°56'19,68"S	79°0'39,18"O	2768	734,29	80,18	13,13	369,16
13	UPS-El Vecino	2°53'10,20"S	78°59'19,20"O	2556	753,30	67,63	15,37	383,63

## Anexo 2: Descripción de Equipos y Reactivos

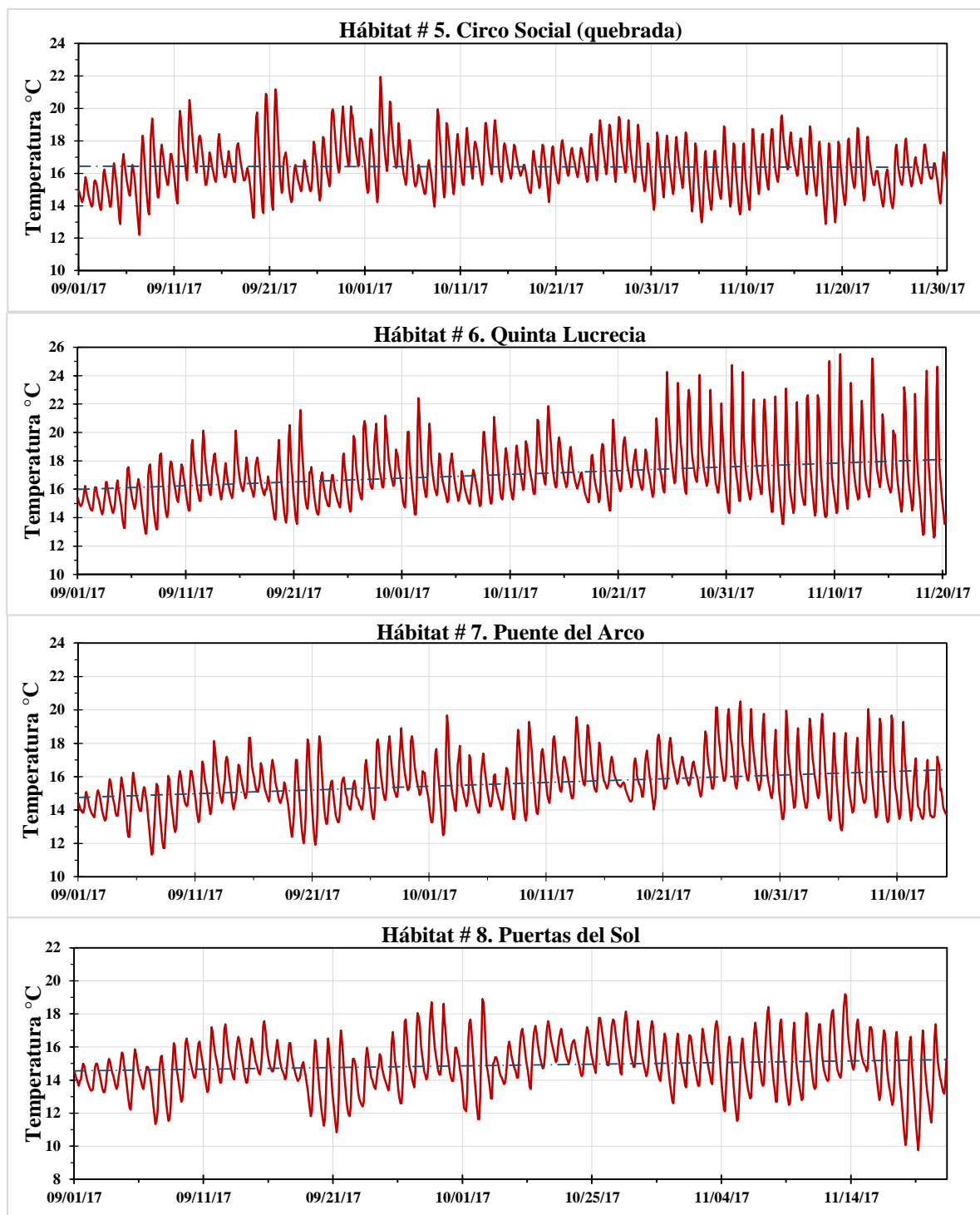
Parámetro	Equipo	Fotografía
Temperatura	Dataloggers	
pH	Medidor	
Conductividad	Multiparámetro portátil modelo HQd	
Oxígeno Disuelto		
Turbidez	Turbidímetro portátil modelo 2100 Q	
Color	Colorímetro	
Nitritos	Espectrofotómetro visible modelo DR2800	

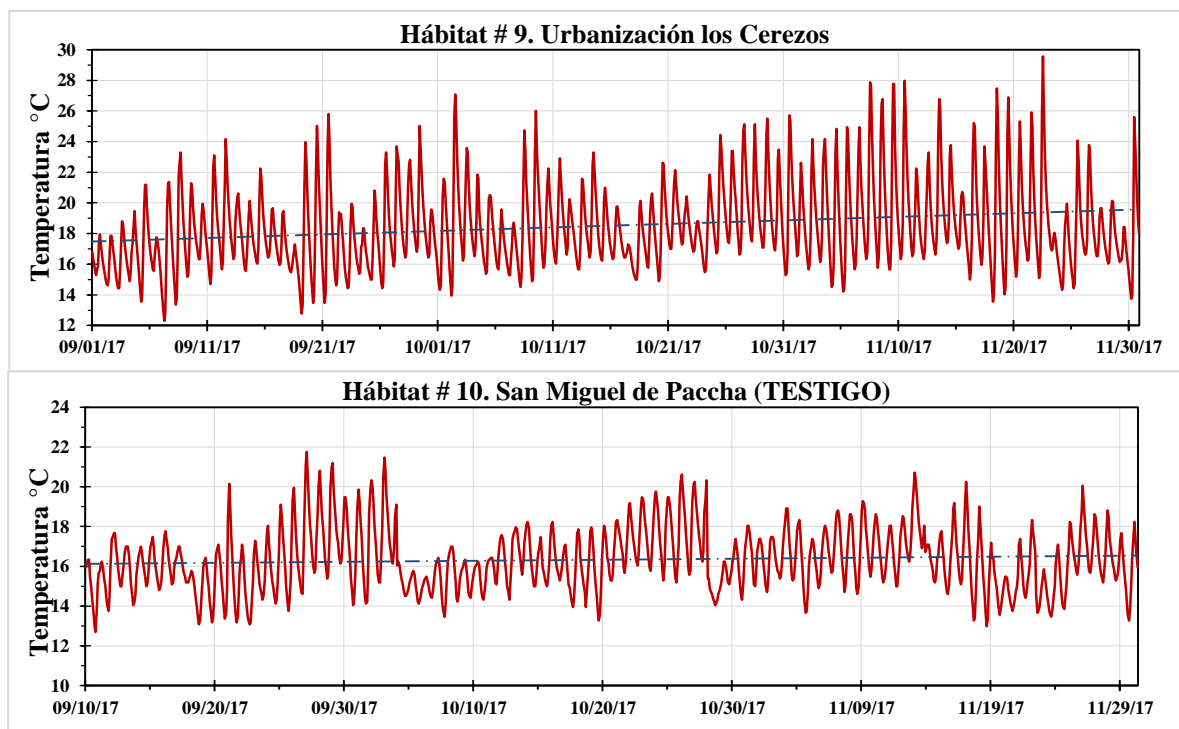
Parámetro	Reactivos
Nitritos	Nitriver 3 marca Hach
Alcalinidad	Fenolftaleína Naranja de metilo Ácido Clorhídrico 0.01N
Dureza Total	Solución buffer pH 10 Indicador negro de eriocromo T Trietanolamina 30% v/v Hidróxido de Sodio 20% p/v Indicador murexida EDTA 0.01N

*Anexo 3: Variación de la temperatura del agua (septiembre - noviembre 2017)*









*Anexo 4: Registro in situ de conductividad*

Fecha	Parámetro de conductividad $\mu\text{s}/\text{cm}$									
	PAR1	PAR2	CIRC1	CIRC2	CIRC3	QUINT	P.ARC	P.SOL	U.CER	TEST
07/09/17	260	302	269	275	244	174	356	346	185,8	114,6
20/09/17	245	310	282	274	252	173	380	388	170,1	127,7
28/09/17	260	332	328	317	282	182	403	411	156,6	129
09/10/17	238	315	309	283	269	179	354	303	160,9	86,6
18/10/17	249	339	311	288	267	194	378	306	180,7	116,3
30/10/17	224	337	315	291	270	209	363	320	176,6	78,5
09/11/17	250	343	296	278	260	215	356	335	187,8	137,1
21/11/17	271	346	346	295	290	223		381	226	112,7
29/11/17	273	350	350	305	306	241		380	270	173,2

### Anexo 5: Registro de laboratorio de Turbidez y Color

Fecha	Parámetro de turbidez NTU									
	PAR1	PAR2	CIRC1	CIRC2	CIRC3	QUINT	P.ARC	P.SOL	U.CER	TEST
08/09/17	2,99	1,88	8,90	1,23	1,20	1,45	1,26	1,66	1,36	44,2
19/09/17	2,75	1,53	6,36	1,16	0,80	2,04	1,88	7,45	1,31	45,7
29/09/17	3,99	1,17	8,60	1,07	0,91	1,93	1,56	7,07	1,39	42,1
10/10/17	2,96	1,75	8,56	2,08	1,83	6,03	2,61	10,1	4,98	43,5
19/10/17	4,18	1,64	5,25	1,58	0,77	3,28	9,95	2,97	2,21	30,4
31/10/17	3,84	2,12	6,73	0,95	0,78	2,47	1,36	0,90	2,42	65,3
10/11/17	3,27	2,53	6,99	1,61	0,65	8,50	7,23	1,65	11,6	34,9
22/11/17	4,77	3,00	6,83	5,44	1,24	1,34		4,32	1,62	153
30/11/17	5,77	3,42	5,45	1,41	0,96	3,43		8,93	3,13	28,5

Fecha	Parámetro de color aparente UCP									
	PAR1	PAR2	CIRC1	CIRC2	CIRC3	QUINT	P.ARC	P.SOL	U.CER	TEST
08/09/17	38	50	90	35	25	35	35	125	35	40
19/09/17	62	75	110	35	25	50	45	125	40	175
29/09/17	50	63	75	38	25	40	40	75	40	125
10/10/17	63	75	113	45	60	40	50	125	40	100
19/10/17	63	75	100	38	35	45	50	125	45	125
31/10/17	63	75	100	38	35	50	40	100	40	175
10/11/17	65	75	100	38	35	40	40	100	50	175
22/11/17	88	100	100	40	63	38		125	50	188
30/11/17	60	100	100	38	40	60		125	50	125

*Anexo 6: Registro in situ de pH*

Fecha	Parámetro de pH									
	PAR1	PAR2	CIRC1	CIRC2	CIRC3	QUINT	P.ARC	P.SOL	U.CER	TEST
07/09/17	7,75	7,32	7,18	8,10	7,57	7,64	7,40	7,46	9,00	7,39
20/09/17	7,77	7,46	7,39	7,50	7,66	7,73	7,68	7,58	8,37	8,34
28/09/17	8,18	7,66	7,59	7,62	7,73	8,90	7,70	7,61	8,43	9,30
09/10/17	8,22	7,73	7,55	7,63	7,75	8,80	7,74	7,77	9,35	7,68
18/10/17	7,92	7,86	7,89	7,88	8,03	8,12	7,82	8,09	9,28	7,90
30/10/17	7,85	7,77	7,80	7,74	8,02	7,96	7,70	8,08	9,38	7,27
09/11/17	7,89	7,83	7,85	7,85	8,00	8,01	7,85	8,29	9,82	7,59
21/11/17	7,94	7,98	7,97	7,85	8,13	8,13		7,96	9,59	7,18
29/11/17	7,79	7,69	7,75	7,63	7,96	8,02		8,01	8,04	7,47

### Anexo 7: Registro de laboratorio de la Dureza

Fecha	Parámetro de dureza total mg/l CaCO <sub>3</sub>									
	PAR1	PAR2	CIRC1	CIRC2	CIRC3	QUINT	P.ARC	P.SOL	U.CER	TEST
08/09/17	133,82	167,21	98,04	112,18	95,53	69,02	170,77	154,33	51,37	85,74
19/09/17	143,20	152,27	147,35	119,61	92,75	77,38	169,34	184,92	72,24	56,31
29/09/17	122,47	164,35	168,57	127,18	100,32	83,81	184,49	179,70	68,59	58,24
10/10/17	102,25	131,97	101,53	124,40	93,89	89,18	151,19	131,78	75,81	41,30
19/10/17	111,03	146,97	113,97	130,33	102,68	92,24	156,47	148,26	88,60	58,59
31/10/17	100,17	144,33	121,54	134,68	109,03	101,46	172,84	149,26	91,03	50,16
10/11/17	109,54	147,62	123,44	136,40	113,03	113,11	175,12	169,98	93,10	70,24
22/11/17	121,90	149,19	127,18	141,90	117,54	111,89		187,70	117,89	52,59
30/11/17	128,33	157,55	133,43	146,33	120,32	118,68		181,12	137,54	70,31

Fecha	Parámetro de dureza cálcica mg/l CaCO <sub>3</sub>									
	PAR1	PAR2	CIRC1	CIRC2	CIRC3	QUINT	P.ARC	P.SOL	U.CER	TEST
08/09/17	118,03	104,03	64,02	100,03	70,02	52,01	144,04	130,03	38,01	76,02
19/09/17	80,02	100,03	72,02	88,02	66,02	64,02	128,03	146,04	54,01	32,01
29/09/17	86,02	106,03	92,02	98,02	76,02	68,02	148,04	142,04	54,01	40,01
10/10/17	84,02	104,03	76,02	94,02	72,02	60,02	122,03	112,83	60,02	34,01
19/10/17	94,02	136,03	86,02	106,03	82,02	74,02	154,04	130,03	74,02	44,01
31/10/17	88,02	120,03	96,02	114,03	92,02	82,02	140,04	114,03	74,02	38,01
10/11/17	84,02	116,03	90,02	106,03	96,02	90,02	152,04	142,04	70,02	52,01
22/11/17	100,03	120,03	98,02	120,03	92,02	90,02		150,04	96,02	38,01
30/11/17	104,03	132,03	110,83	122,03	96,02	98,02		158,04	112,03	46,01

Fecha	Parámetro de dureza magnésica mg/l CaCO <sub>3</sub>									
	PAR1	PAR2	CIRC1	CIRC2	CIRC3	QUINT	P.ARC	P.SOL	U.CER	TEST
08/09/17	15,80	63,18	34,02	12,15	25,52	17,01	26,73	24,30	13,37	9,72
19/09/17	63,18	52,25	75,33	31,59	26,73	13,37	41,31	38,88	18,23	24,30
29/09/17	36,45	58,32	76,55	29,16	24,30	15,80	36,45	37,67	14,58	18,23
10/10/17	18,23	27,95	25,52	30,38	21,87	29,16	29,16	18,95	15,80	7,29
19/10/17	17,01	10,94	27,95	24,30	20,66	18,23	2,43	18,23	14,58	14,58
31/10/17	12,15	24,30	25,52	20,66	17,01	19,44	32,81	35,24	17,01	12,15
10/11/17	25,52	31,59	33,41	30,38	17,01	23,09	23,09	27,95	23,09	18,23
22/11/17	21,87	29,16	29,16	21,87	25,52	21,87		37,67	21,87	14,58
30/11/17	24,30	25,52	22,60	24,30	24,30	20,66		23,09	25,52	24,30

### Anexo 8: Registro de laboratorio de alcalinidad

Fecha	Parámetro de alcalinidad mg/l CaCO <sub>3</sub>									
	PAR1	PAR2	CIRC1	CIRC2	CIRC3	QUINT	P.ARC	P.SOL	U.CER	TEST
08/09/17	137,5	165	127,5	160	115	107,5	207,5	185	125	82,5
19/09/17	170	197,5	192,5	210	147,5	120	245	235	120	102,5
29/09/17	225	200	160,0	175	130	100	227,5	212,5	107,5	70
10/10/17	145	147,5	135,0	150	115	97,5	190	150	92,5	60
19/10/17	132,5	165	142,5	165	120	107,5	210	165	107,5	67,5
31/10/17	112,5	160	145,0	162,5	122,5	120	210	177,5	105	52,5
10/11/17	130	155	145,0	157,5	127,5	127,5	205	202,5	110	80
22/11/17	140	162,5	155,0	170	140	135		208,75	139	52,5
30/11/17	142,5	165	160,0	172,5	142,5	140		210	160	72,5

FECHA	U.CER		
	Carbonato (mg/L)	Bicarbonato (mg/L)	Alcalinidad T (mg/L)
08/09/2017	85	40	125
19/09/2017	20	100	120
29/09/2017	55	52,5	107,5
10/10/2017	20	72,5	92,5
19/10/2017	25	82,5	107,5
31/10/2017	5	100	105
10/11/2017	35	75	110
22/11/2017	0	139	139
30/11/2017	0	160	160

*Anexo 9: Registro de laboratorio de Nitritos*

Fecha	Parámetro de nitritos mg/L									
	PAR1	PAR2	CIRC1	CIRC2	CIRC3	QUINT	P.ARC	P.SOL	U.CER	TEST
08/09/17	0,001	0,003	0,005	0,003	0,004	0,018	0,003	0,005	0,003	0
19/09/17	0,001	0,006	0,001	0,004	0,003	0,016	0,001	0,017	0,003	0,002
29/09/17	0,001	0,002	0,003	0,009	0,003	0,003	0,008	0,001	0,003	0,009
10/10/17	0,001	0	0,005	0,001	0	0,001	0,009	0,006	0,008	0,002
19/10/17	0,008	0,003	0,003	0,005	0,006	0,008	0,005	0,002	0,01	0,002
31/10/17	0,004	0,008	0,006	0,007	0,008	0,01	0,006	0,004	0,007	0,004
10/11/17	0,001	0,004	0,006	0	0,003	0,006	0,001	0,001	0,002	0,003
22/11/17	0,005	0,007	0,004	0,011	0,01	0,007		0,004	0,006	0,163
30/11/17	0,002	0,001	0,002	0,006	0,006	0,005		0,006	0,004	0,110



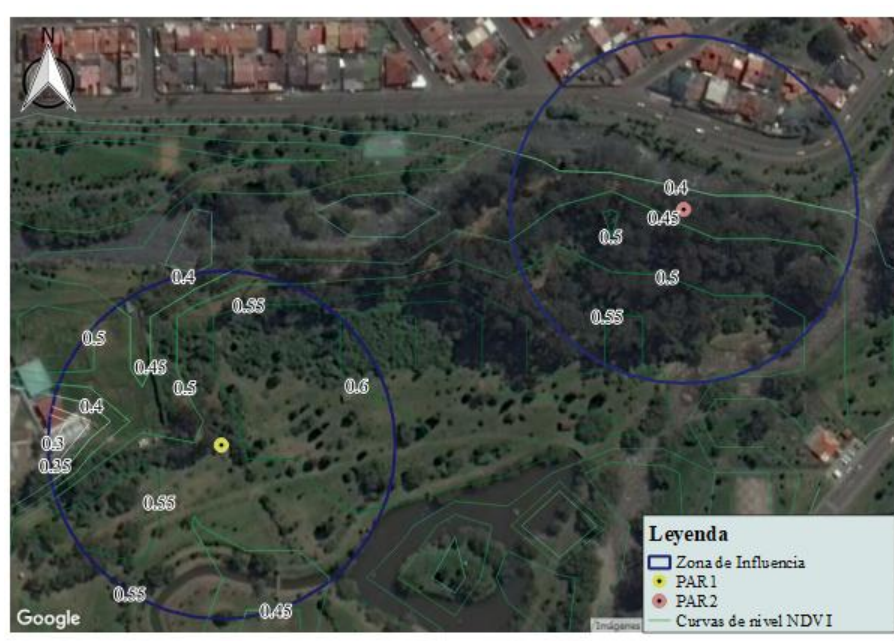
**Anexo 10: Registro de in situ de Oxígeno disuelto**

Fecha	Parámetro de oxígeno disuelto mg/L									
	PAR1	PAR2	CIRC1	CIRC2	CIRC3	QUINT	P.ARC	P.SOL	U.CER	TEST
07/09/17	5,61	2,04	0,82	8,84	4,77	9,38	3,59	1,85	8,61	5,08
20/09/17	4,84	1,6	1,97	3,3	3,18	7,52	3,44	0,59	5,02	7,78
28/09/17	5,53	1,67	0,92	2,55	3,29	11,13	4,37	0,79	3,71	10,19
09/10/17	5,34	1,84	0,66	1,79	2,67	12,14	3,62	2,73	6,89	3,79
18/10/17	2,29	1,45	0,67	2,6	3,14	6,93	2,82	4,75	8,99	5,07
30/10/17	2,36	0,78	0,88	3,27	4,86	7,44	3,58	6,16	9,32	0,96
09/11/17	2,39	0,73	0,72	7,55	3,54	5,9	3,47	12,53	11,88	1,88
21/11/17	2,28	1,46	1,55	4,34	4	6,19		15,9	10,73	2,48
29/11/17	2,6	1,99	0,92	5,3	3,36	6,35		3,51	6,21	4,31

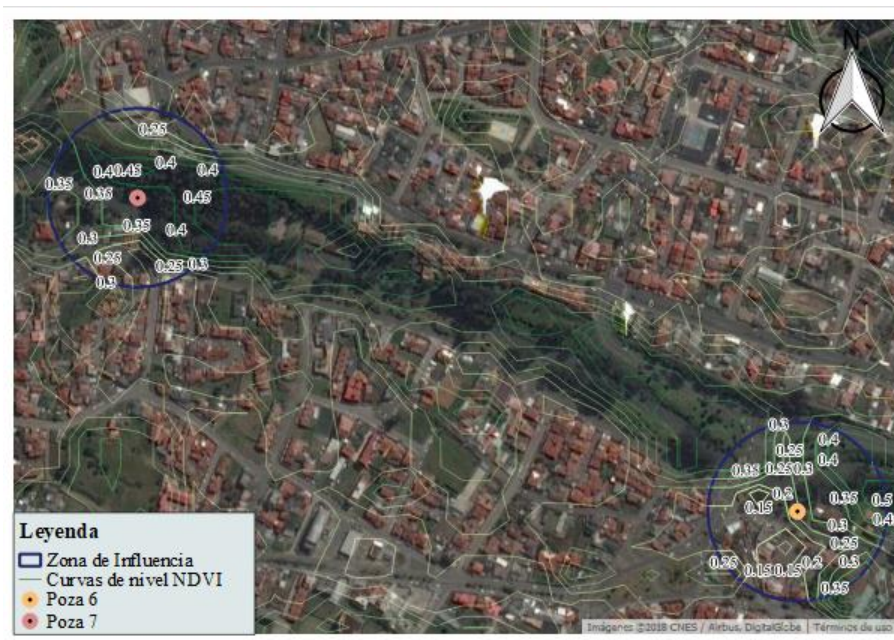
Fecha	Parámetro de oxígeno disuelto %									
	PAR1	PAR2	CIRC1	CIRC2	CIRC3	QUINT	P.ARC	P.SOL	U.CER	TEST
07/09/17	87,9	29,3	12,2	136	72,3	125,3	49	27,4	134,4	64,4
20/09/17	68,2	21,5	25,9	47,2	43,4	98,4	43,1	7,3	63,8	124,3
28/09/17	84,4	22,9	12,7	35,9	45,4	159,1	63,3	10,5	51,8	160,9
09/10/17	79,9	25,5	8,5	23,8	35,5	168,6	47,4	39,1	102,1	51,2
18/10/17	30,6	18,8	9,1	36	42,7	94,1	37,7	66,6	130,3	67,7
30/10/17	32,0	10,2	12	46,6	66,8	105,2	48,4	85,7	137,8	13
09/11/17	31,7	9,2	9,7	108	47,9	80,9	45,3	193,6	187	25,1
21/11/17	31,0	19	21	66,1	55	85,8		234,2	161,6	32,9
29/11/17	35,7	26,3	12,4	72,9	45,7	86,8		47,7	88,2	59,2

*Anexo II: Cálculo del Índice de vegetación normalizado (NDVI)*

➤ Parque el Paraíso, PAR1 y PAR 2



➤ Río Yanuncay, QUINT y P.ARC



➤ Río Tomebamba, P.SOL y U.CER



➤ Río Tarquí, CIRC1, CIRC2 y CIRC3





➤ San Miguel – Paccha, TESTIGO

